

パソコンによる天体教材プログラムの研究

池 田 雄 彦

この研究は、天体教材プログラムの作成において、天体位置の求め方、天体の動きをシュミレートさせる方法を紹介したものである。太陽および月の位置計算は略算式であるが、精度も良く、また教科書に準拠させて画面表示しているので、そのまま学習教材として使える。

I はじめに

小・中学校にもパソコンが導入され、その有効性についての研究が進んでいる。一斉授業の場で、1台のパソコンを有効に使う方法としてシミュレーションなどの提示用具としての使い方がある。この方法は授業をわかり良く、感動を呼び起こすことが可能である。

この研究では、小学校の教材の中でも指導上苦勞の多い天体教材で、観察が困難な場合や動的で視覚的に理解させたい場合など、授業をよりわかりよく進められるように、シミュレーションプログラムの作成方法について述べる。

従来から、天文に関する多くのシミュレーションプログラムがあるが、その多くは、趣味として天文観測をしたり、研究をしようとする人を対象に作られている。そのまま小・中学生の教材として一斉授業の場で使用するには、解説やプログラムの一部変更が必要である。

そこで、この研究では、次のような条件を満たすプログラムを作成した。

1. 天文の専門的な知識が無くても、プログラム作成が可能のように、必要最少限の公式を紹介する。プログラムは可能の限り、複雑化を避け、作成過程をよりわかりやすくする。これにより、使用目的に合わせ、変更や応用を簡単にする。
2. グラフィック画面に表示する方法は教科書に準拠させる。これにより、表示画面について、指導者が特別の注釈を付け加えないで使用できるようにする。また、マニュアルがなくても、小学校の児童が画面と対話しながら学習が進められるように配慮する。
3. 精度は小・中学校で必要な範囲におさめ、計算の処理速度を早めるようにする。また、画面表示の時間を短縮するよう工夫する。これにより、1台のパソコンでも一斉授業として使用するばかりでなく、グループ単位で学習しても、他の児童・生徒の待機時間が短縮できる。
4. 児童の観測したデータを保管、必要の時取り出したり、観測不可能な観測日のものと比べられるようにする。

なお、この研究では、天文教材の中でも小学校で扱う回数の多い太陽と月の動きについて紹介する。

II プログラムを作成するにあたって

1. 掲載したプログラムおよびシステムについて

- (1) 本誌掲載のプログラムはすべて NEC のパソコン PC-9801 シリーズの N-88 BASIC 言語で書かれている。できるだけ標準 BASIC 言語を使っているのに、他機種でもグラフィック画面やごく一部を手直しするだけで利用できる。
- (2) グラフィック画面では高解像度カラーディスプレイ (640 × 400 ドット) を使用すること、日本語表示をさせるため、第一水準の漢字 ROM が本体に装着されていることを前提にしている。なお、メモリの増設の必要はない。また入門者のためにコンパイラや数値演簿プロセッサの使用は避けた。
- (3) 本誌では、紙面の制約の関係でプログラムの内容 (アルゴリズム) の要所のみ解説している。このため、細かい解説はできないので、プログラムの中に出来るだけ注釈文を挿入した。

2. 計算式のプログラミングについて

(1) 倍精度の計算について

- ① この研究では、計算は精度を上げるためすべて倍数精度を使用する。倍精度変数と単精度変数を混合して演算したり、単精度の値を倍精度変数に代入したりすると、単精度値に変換する際、有効桁以降の桁に変換誤差が混入するので、次のようにした。

- 倍精度実数型の型宣言を始めに行なう。

```
DEFDBL A-Z
```

- 数値にはすべて # 記号をつける。

```
(例) PAI = 3.1415926536 #
```

- 関数計算では、<数式>に倍精度実数を含ませ、倍精度の値を与えるようにする。

```
(例) ..... + SIN (( 365.06 # + 359.991 # + T ) * KO) + .....
```

- プログラム中、整数型変数を必要とする場合は、%をつける。(型宣言文字が優先される。)

```
(例) FOR I% = 1 TO 10
```

```
.....
```

```
NEXT I%
```

② 倍精度計算上でのバグについて

ここでは、PC-9801 シリーズの Ver. 3.0 の N-88 BASIC を使用したので問題はなかったが、Ver. 1.0 の BASIC を使用とする場合は、倍精度の平方根の計算やプログラムの修正の段階で、バグが発生するとの報告があるので、事前に確認をする必要がある。他の機種では問題がないようである。

(2) 三角関数の計算

- ① 計算する場合は角度をラジアン単位に変換しなければならない。

```
(例) sin (角度 × KO)   ただし KO = 0.017453292519943 #
```

- ② 三角関数は -360° から 360° の範囲で有効である。範囲を越える場合は次式で範囲内に変換する。

$$X = 360 * (X / 360 - \text{INT}(X / 360)) \dots\dots\dots (1) \text{式}$$

- ③ 計算結果は象限判断を必要とする場合がある。

$$(\text{例}) \quad \text{ANS} = \text{ATN}(Y/X) / \text{KO} \dots\dots\dots (2-1) \text{式}$$

ANS の値は、 $-90^\circ < \text{ANS} < +90^\circ$ の範囲になる。ANS の値が緯度の場合は問題ないが、方位角や、経度の場合は象限判断をおこなって、 $0^\circ < \text{ANS} < 360^\circ$ の範囲にしなければならない。

$$\left. \begin{array}{l} (2-1) \text{式で} \quad X < 0 \text{ のとき } \text{ANS} = \text{ANS} + 180 \\ \text{ANS} < 0 \text{ のとき } \text{ANS} = \text{ANS} + 360 \end{array} \right\} \dots\dots\dots (2-2) \text{式}$$

- ④ パソコンにない三角関数は、用意されている関数を使い次式で求める。

$$\left. \begin{array}{l} \sin^{-1} \quad \text{ARCSIN}(X) = \text{ATN}(X/\text{SQR}(-X*X+1)) \\ \cos^{-1} \quad \text{ARCCOS}(X) = -\text{ATN}(X/\text{SQR}(-X*X+1)) + 1.5708 \end{array} \right\} \dots\dots (3) \text{式}$$

なお、これを使った計算では、誤差が大きくなることは避けられない。

このほか、ユーザーが自由に定義できる関数機能 DEF FN があり、大変便利なものであるが、プログラムを理解しやすいようにすることと処理速度を早めるために、ここでは使用しなかった。

(3) 本書で使う数値定数

- ① 円周率

$$\pi = 3.1415926536 \text{ (変数名 PAI)}$$

- ② 時間、角度、弧度法(ラジアン)の基本関係

$$12 \text{ h} = 180^\circ = \pi (3.1415926536) = 1 \text{ radian}$$

- ③ 弧度法(ラジアン)変換

$$1^\circ = 0.017453292519943 \text{ radian (変数名 KO)}$$

- ④ 地球の赤道半径

$$\text{RE} = 6378.14 \text{ km}$$

3. 操作手順について

操作する手順は、画面と対話形式で進められるようになっているので、省略した。キーボードからのデータの入力には、次の方法がある。

- (1) 画面に表示してある数字、文字を選択する場合は、画面には■カーソルが現われない。

例 ほかの日の太陽を見ますか はい → Y いいえ → N


このような場合は、選みたい数字または文字を入力するだけでよい。

例 Y

- (2) 観測日などのデータを入力する場合、画面には■カーソルが現われる。

例 見たい年月日 せいれき ■ (カーソルが点滅)

このような場合は、英数字の後にリターンキーを押す。

例 1987 

Ⅲ 太陽・月の動きの画面表示の方法

1. 画面表示の種類とその特徴

児童・生徒が観測したデータやパソコンにより位置計算した太陽・月のみかけの動きをグラフィック表示するには、一般には方位角（南から西まわりに測った角度、南を 0° 、西を 90° 、北を 180° 、東を 270° とする角度）と高度（地平線からの天体の高度）を使って表す。

小・中学校の教科書に見られる太陽や月の動きの図をパソコン用に画面表示したものが、図1～4である。それぞれに夏至と冬至の日の太陽の動きを表示させた。

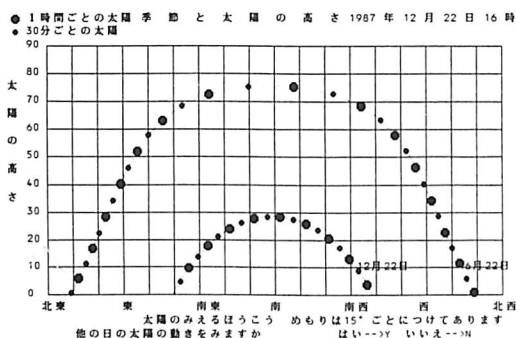


図1. 画面1（平面一方位角・高度）

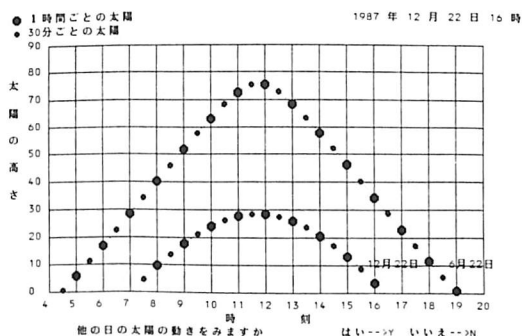


図2. 画面2（平面一時間・高度）

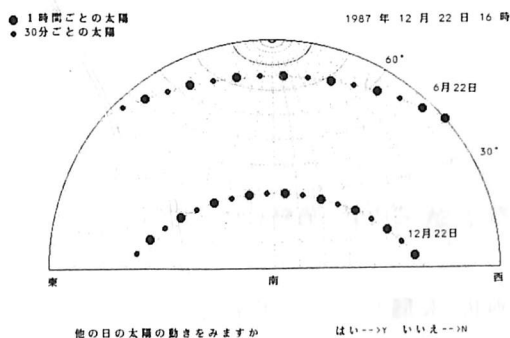


図3. 画面3（半円一方位角・高度）

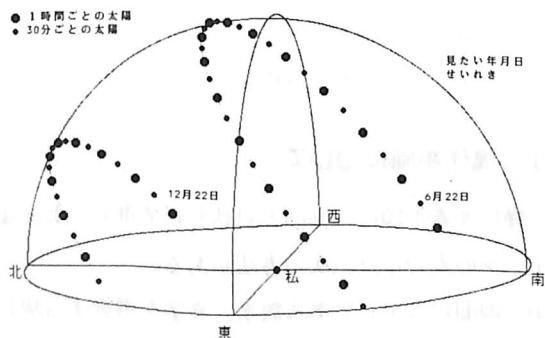


図4. 画面4（半球一方位角・高度）

小学生の場合、図1で表示するのが理解しやすく、プログラムも簡単でよいのだが、高い所を通る天体の表示にはむかない。夏至の日の太陽の動きからもわかるように、天頂に近づくほど実際とのひずみが大きくなるため、等間隔で太陽が進まない。教科書では、この表示は4年生でのみ扱われる。

他の表示方法は、太陽はどの位置にあって等間隔で移動するが、パソコンで画面表示する場合それ

ぞれに一長一短がある。表 1 に各画面の特徴をまとめる。

表 1. 太陽・月の画面表示の種類と特徴

	画 面 1	画 面 2	画 面 3	画 面 4
画面に表示できる方位角の範囲	任意の範囲を設定できる。	方位角がわからない	270° ～ 0° ～ 90° 西 南 東	0° ～ 360° 全方位
太陽や月の一定時間における移動間隔	高度によって間隔が異なる	等間隔で表示される	等間隔で表示される	表示位置により異なる
画面表示に要する実行時間	短時間 瞬時	短時間 瞬時	時間を要する 約 100 秒	時間を要する 約 200 秒

2. プログラムの作成

この 4 つの画面を発達段階や表示の目的によって自由に選択出来るように、すべてサブルーチン化した。リストは折り込みの P11～12 に掲載した。

(1) 画面 1・画面 2

画面に方位角と高度を示す線を引き、画面を見やすく、また目的によっておよその値を読み取れるようにする。太陽や月の位置は、方位角（または時間）と高度の座標値で出てくるので、基準とする座標を決め、この座標値は画面上のどこにあたるかという関係式で計算させればいい。

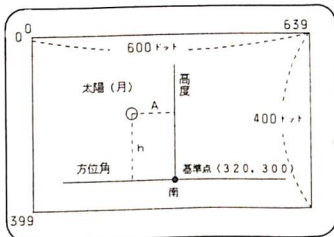


図 5. 画面 1 の基準点

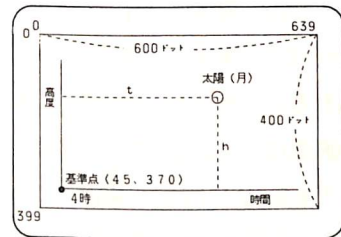


図 6. 画面 2 の基準点

画面 1 に引く目盛線は、太陽および月の出入りの方位角、最高高度を考慮して、画面の見やすさから横軸となる方位角を 210°（北東）から 0°（南）をへて 120°（北西）まで 15°ごとに、縦軸となる高度は 0° から 90° まで 10° ごとに表示させた。（サブルーチン名 *GAMEN1）

画面に 2 に引く目盛線の数、太陽の日の出、日の入り時刻、最高高度を考慮して、横軸の時間を 4 時から 19 時までを 1 時間ごとに、縦軸の高度はいずれも、0°（地平線）から 90°（天頂）まで 10°ごとに示した。（サブルーチン名 *GAMEN2）

なお、PC-9801 はじめ多くのパソコンはテキスト画面とグラフィック画面の二重画面になっている。文字を希望の位置に表示するためのグラフィック座標（GX, GY）とテキスト画面のキャラクタ座標（X, Y）には次の式がなりたつので、希望の位置に文字表示できる。

$$X = GX / 8 \quad Y = GY / 16 \quad \dots \dots \dots (4) \text{ 式}$$

画面 1 に、方位角と高度を入力して、ある時間における太陽の位置を決定するには、基準点の座標を

(X, Y), 方位角をA, 高度をhとすると

$$X_2 = X + A \cdot 2 \quad Y_2 = Y - h \cdot 3.2 \dots\dots\dots (5) \text{式}$$

で求まる。(サブルーチン名 *KISOSIKI1)

同様に画面2に, ある時間と高度を入力して, 太陽の位置を決定するには, 基準点の座標を(X, Y) 時間をt, 高度をhとすると

$$X_2 = X + (t - 5) \cdot 2 \quad Y_2 = Y - h \cdot 3.2 \dots\dots\dots (6) \text{式}$$

で求まる。(サブルーチン名 *KISOSIKI2)

なお, このプログラムにデータを与えて, 実行させた結果が, 図1, 図2である。

(2) 画面3

図3の画面3は半球のプラネタリウムである。半球のため真南(方位角0°)の空を中心に, 真東(方位角270°)から真西(方位角90°)の範囲しか表わせない。

この画面上に太陽や月の表示するには, 方位角をA, 高度をh, 半球の半径をRとすると, 半球上の一点Pの座標

(X₂, Y₂)は

$$\left. \begin{aligned} Q &= \cos(\cos A \cdot \cos h) \\ V &= \sin(\sin A \cdot \cos h / \sin Q) \end{aligned} \right\} \dots\dots (7-1) \text{式}$$

$$R_0 = R \cdot Q$$

$$\left. \begin{aligned} X &= 320 + R_0 \cdot \sin V \\ Y &= 300 - R_0 \cdot \cos V \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7-2) \text{式}$$

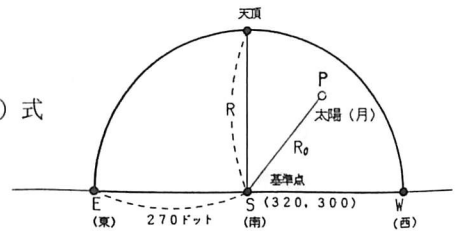


図7. 半球の座標

で求められる。(サブルーチン名 *KISOSIKI3)

図3の画面は, この式を使い, 半径Rの半球上に10°きざみで経線(方位角), 緯線(高度)を引かせたものである。こうすると, 画面上における太陽や月の位置を, おおまかに目盛から読みとれる。

なお, この画面を表示するのに約100秒かかる(プログラム2)。この時間は, 児童・生徒にとって意味のない長い時間である。コンパイラにかけて計算時間を短縮させることも可能であるが大幅な時間短縮は望めない。そこで, 次のプログラムにより, グラフィック画面を一度フロッピー・ディスクに保管しておき,

```
DEF SEG=&HA800      :BSAVE "GAMEN3.BLU",0,&H7FFF
DEF SEG=&HB000      :BSAVE "GAMEN3.RED",0,&H7FFF
DEF SEG=&HB800      :BSAVE "GAMEN3.GRN",0,&H7FFF
```

これを, 次のプログラムにより呼び出して

表3. 画面3の表示実行時間

```
DEF SEG=&HA800 :BLOAD "GAMEN3.BLU"
DEF SEG=&HB000 :BLOAD "GAMEN3.RED"
DEF SEG=&HB800 :BLOAD "GAMEN3.GRN"
```

	画面3の表示実行時間
インタプリタ(プログラム2)	1分22秒
コンパイル	48秒
インタプリタBLOAD	5秒

元のグラフィック画面に戻せばよい。

画面をそのまま保管するには他にも色々な方法が

あるが、試行錯誤の結果この手法が簡単であること、パソコンのメモリーやフロッピーディスクの容量を最小にとどめられることで採用した。なお、このプログラムは機種によってメモリマップが異なるので、他の機種の場合はマニュアル等でメモリマップを調べて実行する必要がある。(サブルーチン名 * GAMEN 3)

画面3の表示時間を表3に示すが、大幅に時間短縮されたことがわかる。

(4) 画面4

図4の画面4は、季節による太陽の動きなどを3次元グラフィックで表示させたもので、画面から直接高度や方位角を読みとれない。しかし、全天を表示できるため、季節による太陽の動きを比べるのに都合よい。

求め方は動径R、高度をh、方位角をAとすると、球面上にある任意の一点Pの座標(X, Y, Z)は

$$\left. \begin{aligned} X &= R \cdot \sin(90-h) \cdot \cos A \\ Y &= R \cdot \sin(90-h) \cdot \sin A \\ Z &= R \cdot \cos(90-h) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8) \text{式}$$

で表わせられる。ディスプレイは平面であるので、次式により二次元の座標に変換する。

X, Y, Z各軸の回転角度TX, TY, TZを画面の見やすさから TX=-80, TY=-10, TZ=0 として

$$\left. \begin{aligned} XA &= \cos TY \cdot \cos TZ \\ YA &= \sin TX \cdot \sin TY \cdot \cos TZ \\ ZA &= \cos TX \cdot \sin TY \cdot \cos TZ \\ YB &= \cos TX \cdot \cos TZ \\ ZB &= -\sin TX \cdot \cos TZ \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9-1) \text{式}$$

の時、画面上の座標(X2, Y2)は

$$\left. \begin{aligned} X2 &= XA \cdot X + YA \cdot Y + ZA \cdot Z + 320 \\ Y2 &= -(YB \cdot Y + ZB \cdot Z) + 300 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9-2) \text{式}$$

で与えられる。(サブルーチン名 * KISOSIKI 4)

なお、画面1, 2, 3のように経線や緯線を10数度単位で引くと見づらくなるため、子午線、東西南北線、高度0度の線のみ描かせた。実行画面では、きれいに見せるために1ドット単位で描かせたため、プログラム3の実行には約220秒かった。(表4)

使用にあたっては、画面3同様一度画面を保管しておいたものを呼び出して、元のグラフィック画面に戻す。

(サブルーチン名 * GAMEN 4)

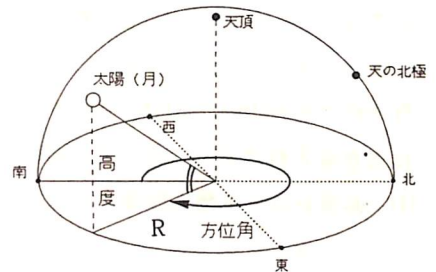


図8. 動径・高度・方位角

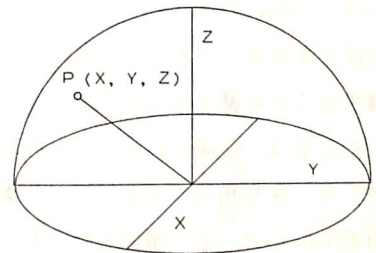


図9. 三次元座標

表4. 画面4の表示時間

	画面4の表示実行時間
インタプリタ (プログラム3)	2分45秒
コンパイル	1分20秒
インタプリタ MLOAD	8秒

IV 観測データの保管と表示

これまでの授業では、太陽の動きをノートや透明半球に記録をとってきた。ここでは、教科書等で紹介されている簡単な機器を使って高度計など（方位角が必要な場合は方位磁針を使い）で測定したデータをフロッピー・ディスクに保管しておき必要な時に取り出し、Ⅲ章で作成した画面に、使用目的に合わせて表示する方法を紹介する。

1. データの保管

ある時間における太陽高度や方位角などのデータをフロッピー・ディスクに書き込んだ場合にその集りをデータファイルという。データファイルにはシーケンシャルファイルとランダムファイルがある。ここでは、データを任意に読み書きが可能である等の理由から、ランダムファイルを使う。

データファイル名は“SUN. dat”とする。ここでは太陽の記録についてのみ扱うが、月の記録の場合プログラム中の“SUN. dat”を“TUKI. dat”に書き換えればよい。流れ図を図10に示す。

(1) 必要レコード数の確保

プログラム4により、必要な最大登録観測日数（必要レコード数）を前もって確保しておく必要がある。ここでは、最大観測日数を20日分としている。なお、この処理は児童・生徒にさせないため、画面にはいっさい表示させず、1年に1回必要に応じて実行させるようにする。これは、誤ってデータを破壊することを避けるためである。

ここでは、確保したレコード数が20とわずかなので、データ専用のフロッピー・ディスクに登録せずプログラムファイルと一緒にした。しかし初期化操作ミスにより、データファイルだけでなく、プログラムファイルまで破壊することがある。ファイルの破壊を防ぐにはドライブ2にデータ専用のフロッピー・ディスクをおき、登録することが望ましい。

OPEN “2:SUN. dat” AS #1

(2) データの書き込み

登録するデータの設計として、1日を1レコード（256バイト）とし、観測時間、高度、方位角の3つの測定結果を10回登録できるように設計した。（図11）学校での観測では、45分単位、50分単位または1時間単位で測定するので、実際にはこの値で十分である。必要の場合は、30回まで可能であるが、配列の指定を増やすだけである。

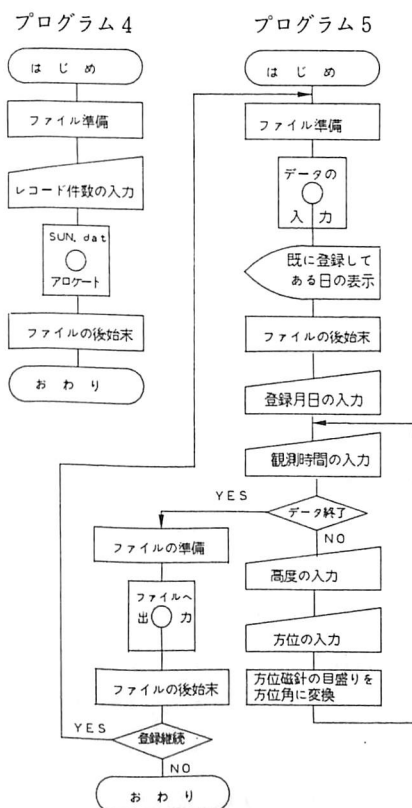


図10. データ保管の流れ図

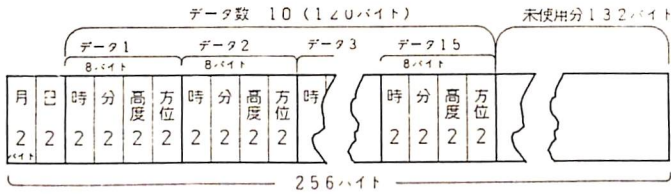


図11. 1レコード分のデータ形式

観測データを登録するプログラムをプログラム4に示す。実行結果が図12、図13である。なお、図12の画面で観察日を入力するが、すでに登録してある日と同じ日の入力も可能である。これは、データを登録するフロッピー・ディスクをいくつかのクラスで共有して使用することを前提に考えた。画面では特に区別がないので、登録番号で区別する。

```

*****
* 太陽のデータ登録 *
*****

すでにとうろくしてある月日

      5 月  1 日    6 月 20 日

かんさつした月と日にちはいつですか
数字をいれリターンキーをおしてください

      7 月 10 日

これでいいですか   はい-->1   いいえ-->2
    
```

図12. データ登録画面その1

数字をいれリターンキー
おわり-->数字の0おす

時間	高さ	ほうこう	時間	高さ	ほうこう
9 時 00 分	50 °	110 °	時 分		°
10 00	60 °	135 °			
11 00	65 °	150 °			
12 00	68 °	190 °			
1 00	62 °	230 °			

データは10回分まで入れられます。

ほうこうはほういじしんのめもりでいれてください

データはこれでいいですか はい---->1 いいえ---->2

図13. データ登録画面その2

なお、方位角は方位磁針の目盛をそのまま入力、プログラムの中で変換するようにしてあるので、児童・生徒にとって抵抗は少ないと思われる。観測データは計測したもののみ入力可能で、6年生のように時間と高度の関係を求める場合などではリターンキーをおせばよい。データの終わりにには観測時間の欄に0を入力する。またデータの修正はそのつど行う。

2. 登録データのグラフィック表示

プログラム4により登録したデータファイルを読み出し、Ⅲ章で作成した画面に太陽を表示する。県内で使用されている教科書では4年生では画面1（図1）を、6年生では画面2（図2）を使用しているので、ここではデータが時間と高度のみの場合は画面1、データが時間、高度、方位がそろっている場合は画面1（図1）、画面2（図2）、画面3（図3）から選ぶ。図15の流れ図で *GAMEN1、*GAMEN2、*GAMEN3、*KISOSIKI1、*KISOSIKI2、*KISOSIKI3 のサブルーチンはそれぞれプログラム1と同じものである。画面4はここでは使わない。

BASICの場合よく使うサブルーチンは若い行番号に置く方が有利なので

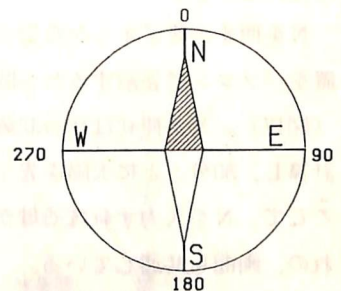


図14. 方位磁針の目盛

サブルーチン

メインプログラム

の順で配置した。このほうが、後でプログラムを修正したりデバッグ（プログラムに起こる誤りを検出，診断，修正など）する場合も便利である。

作成したプログラムをP13～14の折り込みプログラム6に示すが，サブルーチン *GAMEN1， *GAMEN2， *GAMEN3， *KISOSIKI1， *KISOSIKI2， *KISOSIKI3は重複するので省略した。

また，V章で説明する太陽の位置の計算を付け加えてある。

プログラム5を実行させ，希望の画面を選択すると，画面左側に登録してあるデータの観測日が出る（図16）。表示させたい日の番号の数字を入力後 \square を押すと，太陽が赤丸で表示され，また，太陽と太陽の間を実線で結ぶ。

次に，画面下に別の日のデータを表示するかを問い合わせてくる。必要ならばY，不必要ならばNを押す。

Nを押すと終了するか希望する日の太陽の位置をパソコンで表示するかを問い合わせてくる（図17）。Yを押せば10分間隔で太陽の位置を計算し，30分ごとに太陽を表示する（図18）。ここで，Nを入力すれば処理が終了する。いずれの，画面も共通している。

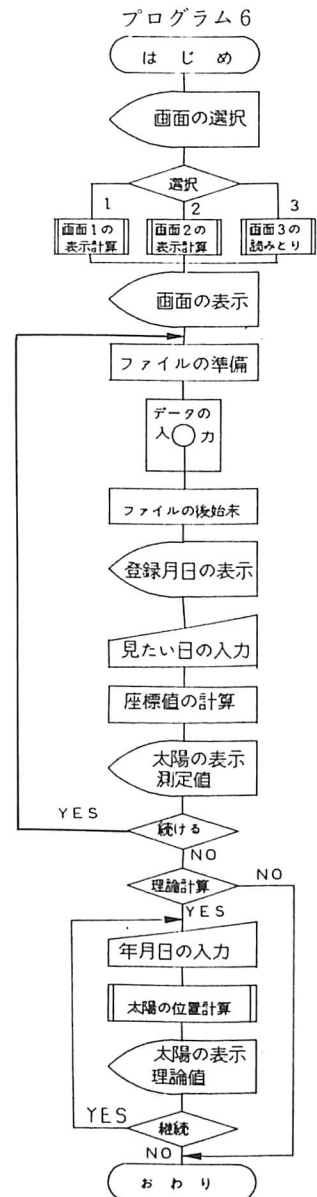


図15. 登録データを画面表示する流れ図

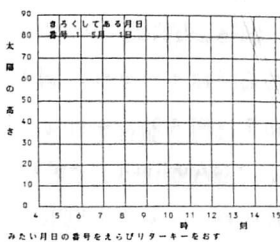


図16. 観測日の表示

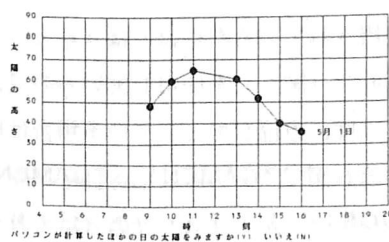


図17. 画面表示の問合せ

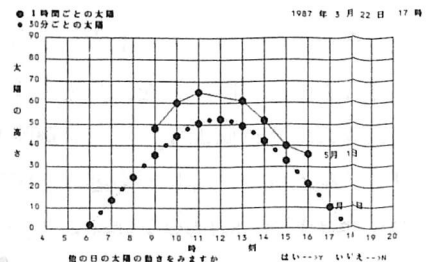


図18. 太陽の表示

プログラム1 「画面のサブルーチン」

```

1500 *****
1510 画面リブルーチン
1520 *****
1530 *****
1540 *****画面1サブルーチン*****
1550 *GAMEN1
1560
1570 入力 時間 通利範 範囲 205° --- 135°
1580 高度 変数名=KOUDO 範囲 0° ---> 90°
1590
1600 LOCATE 20,0:COLOR 2:PRINT "季 節 と 太 陽 の 高 さ"
1610 LINE (48,40)-(498,328),5,BF
1620 LINE (498,136)-(588,328),5,BF
1630
1640 *縦軸 = 高度をあらわす線
1650
1660 FOR I%=1 TO 10
1670   X1=48:X2=588
1680   Y1=1%*32+8:Y2=Y1
1690   LINE (X1,Y1)-(X2,Y2),1 : '縦線の幅
1700   COLOR 7:LOCATE 2,I%*2:PRINT 120-(1%+2)*10 : '高度の表示
1710 NEXT I%
1720 LOCATE 0,5:COLOR 4:PRINT "太"
1730 LOCATE 0,7:COLOR 4:PRINT "陽"
1740 LOCATE 0,9:COLOR 4:PRINT "の"
1750 LOCATE 0,11:COLOR 4:PRINT "高"
1760 LOCATE 0,13:COLOR 4:PRINT "さ"
1770
1780 *横軸 = 方位角
1790
1800 FOR I%=1 TO 18
1810   X1=1%*30+48:X2=X1
1820   Y1=40:Y2=328
1830   IF I%=3 OR I%=6 OR I%=9 OR I%=12 OR I%=15 THEN COL%=2 ELSE COL%=1
1840   LINE (X1,Y1)-(X2,Y2),COL% : '線の作図
1850 NEXT I%
1860 LOCATE 5,21:COLOR 7:PRINT "北東"
1870 LOCATE 17,21:COLOR 7:PRINT "東"
1880 LOCATE 28,21:COLOR 7:PRINT "南東"
1890 LOCATE 39,21:COLOR 7:PRINT "南"
1900 LOCATE 50,21:COLOR 7:PRINT "南西"
1910 LOCATE 61,21:COLOR 7:PRINT "西"
1920 LOCATE 72,21:COLOR 7:PRINT "北西"
1930 LOCATE 83,21:COLOR 7:PRINT "北"
1940 LOCATE 94,21:COLOR 7:PRINT "太陽のみえるほうこう"
1950 LOCATE 105,21:COLOR 7:PRINT "太陽のみえるほうこう"
1960 LOCATE 116,21:COLOR 7:PRINT "太陽のみえるほうこう"
1970 LOCATE 127,21:COLOR 7:PRINT "太陽のみえるほうこう"
1980 LOCATE 138,21:COLOR 7:PRINT "太陽のみえるほうこう"
1990 LOCATE 149,21:COLOR 7:PRINT "太陽のみえるほうこう"
2000 *****画面2の表示サブルーチン*****
2010 *GAMEN2
2020
2030 入力 時間 通利範 範囲 6h ---> 18h
2040 高度 変数名=KOUDO 範囲 0° ---> 90°
2050
2060 *背景の色 (水色)
2070 LINE (48,40)-(498,328),5,BF
2080 LINE (498,136)-(588,328),5,BF
2090
2100 *縦軸 = 高度をあらわす線
2110
2120 FOR I%=1 TO 10
2130   X1=48:X2=588
2140   Y1=1%*32+8:Y2=Y1
2150   LINE (X1,Y1)-(X2,Y2),1 : '縦線の幅
2160   COLOR 7:LOCATE 2,I%*2:PRINT 120-(1%+2)*10 : '高度の表示
2170 NEXT I%
2180 LOCATE 0,5:COLOR 4:PRINT "太"
2190 LOCATE 0,7:COLOR 4:PRINT "陽"
2200 LOCATE 0,9:COLOR 4:PRINT "の"
2210 LOCATE 0,11:COLOR 4:PRINT "高"
2220 LOCATE 0,13:COLOR 4:PRINT "さ"
2230
2240 *横軸 = 時刻
2250
2260 FOR I%=1 TO 17
2270   X1=1%*32+16:X2=X1
2280   Y1=40:Y2=328
2290   LINE (X1,Y1)-(X2,Y2),1 : '線の作図
2300 LOCATE 1,4:PRINT "時"
2310 LOCATE 1,6:PRINT "刻"
2320 LOCATE 1,8:PRINT "分"
2330 LOCATE 1,10:PRINT "秒"
2340 LOCATE 1,12:PRINT "分"
2350 LOCATE 1,14:PRINT "秒"
2360
2370 *****画面3の表示サブルーチン*****
2380 *GAMEN3
2390
2400 画面表示のための初期設定
2410 TX=-80*KO
2420 TY=-10*KO
2430 TZ=0
2440 R=300
2450 DT=.002
2460 X0=320:Y0=300
2470 DIST=-1
2480
2490 *****画面4の表示サブルーチン*****
2500 *GAMEN4
2510
2520 画面表示のための初期設定
2530 TX=-80*KO
2540 TY=-10*KO
2550 TZ=0
2560 R=300
2570 DT=.002
2580 X0=320:Y0=300
2590 DIST=-1
2600
2610 *****画面5の表示サブルーチン*****
2620 *GAMEN5
2630
2640 画面表示のための初期設定
2650 TX=-80*KO
2660 TY=-10*KO
2670 TZ=0
2680 R=300
2690 DT=.002
2700 X0=320:Y0=300
2710 DIST=-1
2720
2730 *****画面6の表示サブルーチン*****
2740 *GAMEN6
2750
2760 画面表示のための初期設定
2770 TX=-80*KO
2780 TY=-10*KO
2790 TZ=0
2800 R=300
2810 DT=.002
2820 X0=320:Y0=300
2830 DIST=-1
2840
2850 *****画面7の表示サブルーチン*****
2860 *GAMEN7
2870
2880 画面表示のための初期設定
2890 TX=-80*KO
2900 TY=-10*KO
2910 TZ=0
2920 R=300
2930 DT=.002
2940 X0=320:Y0=300
2950 DIST=-1
2960
2970 *****画面8の表示サブルーチン*****
2980 *GAMEN8
2990
3000 画面表示のための初期設定
3010 TX=-80*KO
3020 TY=-10*KO
3030 TZ=0
3040 R=300
3050 DT=.002
3060 X0=320:Y0=300
3070 DIST=-1
3080
3090 *****画面9の表示サブルーチン*****
3100 *GAMEN9
3110
3120 画面表示のための初期設定
3130 TX=-80*KO
3140 TY=-10*KO
3150 TZ=0
3160 R=300
3170 DT=.002
3180 X0=320:Y0=300
3190 DIST=-1
3200
3210 *****画面10の表示サブルーチン*****
3220 *GAMEN10
3230
3240 画面表示のための初期設定
3250 TX=-80*KO
3260 TY=-10*KO
3270 TZ=0
3280 R=300
3290 DT=.002
3300 X0=320:Y0=300
3310 DIST=-1
3320
3330 *****画面11の表示サブルーチン*****
3340 *GAMEN11
3350
3360 画面表示のための初期設定
3370 TX=-80*KO
3380 TY=-10*KO
3390 TZ=0
3400 R=300
3410 DT=.002
3420 X0=320:Y0=300
3430 DIST=-1
3440
3450 *****画面12の表示サブルーチン*****
3460 *GAMEN12
3470
3480 画面表示のための初期設定
3490 TX=-80*KO
3500 TY=-10*KO
3510 TZ=0
3520 R=300
3530 DT=.002
3540 X0=320:Y0=300
3550 DIST=-1
3560
3570 *****画面13の表示サブルーチン*****
3580 *GAMEN13
3590
3600 画面表示のための初期設定
3610 TX=-80*KO
3620 TY=-10*KO
3630 TZ=0
3640 R=300
3650 DT=.002
3660 X0=320:Y0=300
3670 DIST=-1
3680
3690 *****画面14の表示サブルーチン*****
3700 *GAMEN14
3710
3720 画面表示のための初期設定
3730 TX=-80*KO
3740 TY=-10*KO
3750 TZ=0
3760 R=300
3770 DT=.002
3780 X0=320:Y0=300
3790 DIST=-1
3800
3810 *****画面15の表示サブルーチン*****
3820 *GAMEN15
3830
3840 画面表示のための初期設定
3850 TX=-80*KO
3860 TY=-10*KO
3870 TZ=0
3880 R=300
3890 DT=.002
3900 X0=320:Y0=300
3910 DIST=-1
3920
3930 *****画面16の表示サブルーチン*****
3940 *GAMEN16
3950
3960 画面表示のための初期設定
3970 TX=-80*KO
3980 TY=-10*KO
3990 TZ=0
4000 R=300
4010 DT=.002
4020 X0=320:Y0=300
4030 DIST=-1
4040
4050 *****画面17の表示サブルーチン*****
4060 *GAMEN17
4070
4080 画面表示のための初期設定
4090 TX=-80*KO
4100 TY=-10*KO
4110 TZ=0
4120 R=300
4130 DT=.002
4140 X0=320:Y0=300
4150 DIST=-1
4160
4170 *****画面18の表示サブルーチン*****
4180 *GAMEN18
4190
4200 画面表示のための初期設定
4210 TX=-80*KO
4220 TY=-10*KO
4230 TZ=0
4240 R=300
4250 DT=.002
4260 X0=320:Y0=300
4270 DIST=-1
4280
4290 *****画面19の表示サブルーチン*****
4300 *GAMEN19
4310
4320 画面表示のための初期設定
4330 TX=-80*KO
4340 TY=-10*KO
4350 TZ=0
4360 R=300
4370 DT=.002
4380 X0=320:Y0=300
4390 DIST=-1
4400
4410 *****画面20の表示サブルーチン*****
4420 *GAMEN20
4430
4440 画面表示のための初期設定
4450 TX=-80*KO
4460 TY=-10*KO
4470 TZ=0
4480 R=300
4490 DT=.002
4500 X0=320:Y0=300
4510 DIST=-1
4520
4530 *****画面21の表示サブルーチン*****
4540 *GAMEN21
4550
4560 画面表示のための初期設定
4570 TX=-80*KO
4580 TY=-10*KO
4590 TZ=0
4600 R=300
4610 DT=.002
4620 X0=320:Y0=300
4630 DIST=-1
4640
4650 *****画面22の表示サブルーチン*****
4660 *GAMEN22
4670
4680 画面表示のための初期設定
4690 TX=-80*KO
4700 TY=-10*KO
4710 TZ=0
4720 R=300
4730 DT=.002
4740 X0=320:Y0=300
4750 DIST=-1
4760
4770 *****画面23の表示サブルーチン*****
4780 *GAMEN23
4790
4800 画面表示のための初期設定
4810 TX=-80*KO
4820 TY=-10*KO
4830 TZ=0
4840 R=300
4850 DT=.002
4860 X0=320:Y0=300
4870 DIST=-1
4880
4890 *****画面24の表示サブルーチン*****
4900 *GAMEN24
4910
4920 画面表示のための初期設定
4930 TX=-80*KO
4940 TY=-10*KO
4950 TZ=0
4960 R=300
4970 DT=.002
4980 X0=320:Y0=300
4990 DIST=-1
5000
5010 *****画面25の表示サブルーチン*****
5020 *GAMEN25
5030
5040 画面表示のための初期設定
5050 TX=-80*KO
5060 TY=-10*KO
5070 TZ=0
5080 R=300
5090 DT=.002
5100 X0=320:Y0=300
5110 DIST=-1
5120
5130 *****画面26の表示サブルーチン*****
5140 *GAMEN26
5150
5160 画面表示のための初期設定
5170 TX=-80*KO
5180 TY=-10*KO
5190 TZ=0
5200 R=300
5210 DT=.002
5220 X0=320:Y0=300
5230 DIST=-1
5240
5250 *****画面27の表示サブルーチン*****
5260 *GAMEN27
5270
5280 画面表示のための初期設定
5290 TX=-80*KO
5300 TY=-10*KO
5310 TZ=0
5320 R=300
5330 DT=.002
5340 X0=320:Y0=300
5350 DIST=-1
5360
5370 *****画面28の表示サブルーチン*****
5380 *GAMEN28
5390
5400 画面表示のための初期設定
5410 TX=-80*KO
5420 TY=-10*KO
5430 TZ=0
5440 R=300
5450 DT=.002
5460 X0=320:Y0=300
5470 DIST=-1
5480
5490 *****画面29の表示サブルーチン*****
5500 *GAMEN29
5510
5520 画面表示のための初期設定
5530 TX=-80*KO
5540 TY=-10*KO
5550 TZ=0
5560 R=300
5570 DT=.002
5580 X0=320:Y0=300
5590 DIST=-1
5600
5610 *****画面30の表示サブルーチン*****
5620 *GAMEN30
5630
5640 画面表示のための初期設定
5650 TX=-80*KO
5660 TY=-10*KO
5670 TZ=0
5680 R=300
5690 DT=.002
5700 X0=320:Y0=300
5710 DIST=-1
5720
5730 *****画面31の表示サブルーチン*****
5740 *GAMEN31
5750
5760 画面表示のための初期設定
5770 TX=-80*KO
5780 TY=-10*KO
5790 TZ=0
5800 R=300
5810 DT=.002
5820 X0=320:Y0=300
5830 DIST=-1
5840
5850 *****画面32の表示サブルーチン*****
5860 *GAMEN32
5870
5880 画面表示のための初期設定
5890 TX=-80*KO
5900 TY=-10*KO
5910 TZ=0
5920 R=300
5930 DT=.002
5940 X0=320:Y0=300
5950 DIST=-1
5960
5970 *****画面33の表示サブルーチン*****
5980 *GAMEN33
5990
6000 画面表示のための初期設定
6010 TX=-80*KO
6020 TY=-10*KO
6030 TZ=0
6040 R=300
6050 DT=.002
6060 X0=320:Y0=300
6070 DIST=-1
6080
6090 *****画面34の表示サブルーチン*****
6100 *GAMEN34
6110
6120 画面表示のための初期設定
6130 TX=-80*KO
6140 TY=-10*KO
6150 TZ=0
6160 R=300
6170 DT=.002
6180 X0=320:Y0=300
6190 DIST=-1
6200
6210 *****画面35の表示サブルーチン*****
6220 *GAMEN35
6230
6240 画面表示のための初期設定
6250 TX=-80*KO
6260 TY=-10*KO
6270 TZ=0
6280 R=300
6290 DT=.002
6300 X0=320:Y0=300
6310 DIST=-1
6320
6330 *****画面36の表示サブルーチン*****
6340 *GAMEN36
6350
6360 画面表示のための初期設定
6370 TX=-80*KO
6380 TY=-10*KO
6390 TZ=0
6400 R=300
6410 DT=.002
6420 X0=320:Y0=300
6430 DIST=-1
6440
6450 *****画面37の表示サブルーチン*****
6460 *GAMEN37
6470
6480 画面表示のための初期設定
6490 TX=-80*KO
6500 TY=-10*KO
6510 TZ=0
6520 R=300
6530 DT=.002
6540 X0=320:Y0=300
6550 DIST=-1
6560
6570 *****画面38の表示サブルーチン*****
6580 *GAMEN38
6590
6600 画面表示のための初期設定
6610 TX=-80*KO
6620 TY=-10*KO
6630 TZ=0
6640 R=300
6650 DT=.002
6660 X0=320:Y0=300
6670 DIST=-1
6680
6690 *****画面39の表示サブルーチン*****
6700 *GAMEN39
6710
6720 画面表示のための初期設定
6730 TX=-80*KO
6740 TY=-10*KO
6750 TZ=0
6760 R=300
6770 DT=.002
6780 X0=320:Y0=300
6790 DIST=-1
6800
6810 *****画面40の表示サブルーチン*****
6820 *GAMEN40
6830
6840 画面表示のための初期設定
6850 TX=-80*KO
6860 TY=-10*KO
6870 TZ=0
6880 R=300
6890 DT=.002
6900 X0=320:Y0=300
6910 DIST=-1
6920
6930 *****画面41の表示サブルーチン*****
6940 *GAMEN41
6950
6960 画面表示のための初期設定
6970 TX=-80*KO
6980 TY=-10*KO
6990 TZ=0
7000 R=300
7010 DT=.002
7020 X0=320:Y0=300
7030 DIST=-1
7040
7050 *****画面42の表示サブルーチン*****
7060 *GAMEN42
7070
7080 画面表示のための初期設定
7090 TX=-80*KO
7100 TY=-10*KO
7110 TZ=0
7120 R=300
7130 DT=.002
7140 X0=320:Y0=300
7150 DIST=-1
7160
7170 *****画面43の表示サブルーチン*****
7180 *GAMEN43
7190
7200 画面表示のための初期設定
7210 TX=-80*KO
7220 TY=-10*KO
7230 TZ=0
7240 R=300
7250 DT=.002
7260 X0=320:Y0=300
7270 DIST=-1
7280
7290 *****画面44の表示サブルーチン*****
7300 *GAMEN44
7310
7320 画面表示のための初期設定
7330 TX=-80*KO
7340 TY=-10*KO
7350 TZ=0
7360 R=300
7370 DT=.002
7380 X0=320:Y0=300
7390 DIST=-1
7400
7410 *****画面45の表示サブルーチン*****
7420 *GAMEN45
7430
7440 画面表示のための初期設定
7450 TX=-80*KO
7460 TY=-10*KO
7470 TZ=0
7480 R=300
7490 DT=.002
7500 X0=320:Y0=300
7510 DIST=-1
7520
7530 *****画面46の表示サブルーチン*****
7540 *GAMEN46
7550
7560 画面表示のための初期設定
7570 TX=-80*KO
7580 TY=-10*KO
7590 TZ=0
7600 R=300
7610 DT=.002
7620 X0=320:Y0=300
7630 DIST=-1
7640
7650 *****画面47の表示サブルーチン*****
7660 *GAMEN47
7670
7680 画面表示のための初期設定
7690 TX=-80*KO
7700 TY=-10*KO
7710 TZ=0
7720 R=300
7730 DT=.002
7740 X0=320:Y0=300
7750 DIST=-1
7760
7770 *****画面48の表示サブルーチン*****
7780 *GAMEN48
7790
7800 画面表示のための初期設定
7810 TX=-80*KO
7820 TY=-10*KO
7830 TZ=0
7840 R=300
7850 DT=.002
7860 X0=320:Y0=300
7870 DIST=-1
7880
7890 *****画面49の表示サブルーチン*****
7900 *GAMEN49
7910
7920 画面表示のための初期設定
7930 TX=-80*KO
7940 TY=-10*KO
7950 TZ=0
7960 R=300
7970 DT=.002
7980 X0=320:Y0=300
7990 DIST=-1
8000
8010 *****画面50の表示サブルーチン*****
8020 *GAMEN50
8030
8040 画面表示のための初期設定
8050 TX=-80*KO
8060 TY=-10*KO
8070 TZ=0
8080 R=300
8090 DT=.002
8100 X0=320:Y0=300
8110 DIST=-1
8120
8130 *****画面51の表示サブルーチン*****
8140 *GAMEN51
8150
8160 画面表示のための初期設定
8170 TX=-80*KO
8180 TY=-10*KO
8190 TZ=0
8200 R=300
8210 DT=.002
8220 X0=320:Y0=300
8230 DIST=-1
8240
8250 *****画面52の表示サブルーチン*****
8260 *GAMEN52
8270
8280 画面表示のための初期設定
8290 TX=-80*KO
8300 TY=-10*KO
8310 TZ=0
8320 R=300
8330 DT=.002
8340 X0=320:Y0=300
8350 DIST=-1
8360
8370 *****画面53の表示サブルーチン*****
8380 *GAMEN53
8390
8400 画面表示のための初期設定
8410 TX=-80*KO
8420 TY=-10*KO
8430 TZ=0
8440 R=300
8450 DT=.002
8460 X0=320:Y0=300
8470 DIST=-1
8480
8490 *****画面54の表示サブルーチン*****
8500 *GAMEN54
8510
8520 画面表示のための初期設定
8530 TX=-80*KO
8540 TY=-10*KO
8550 TZ=0
8560 R=300
8570 DT=.002
8580 X0=320:Y0=300
8590 DIST=-1
8600
8610 *****画面55の表示サブルーチン*****
8620 *GAMEN55
8630
8640 画面表示のための初期設定
8650 TX=-80*KO
8660 TY=-10*KO
8670 TZ=0
8680 R=300
8690 DT=.002
8700 X0=320:Y0=300
8710 DIST=-1
8720
8730 *****画面56の表示サブルーチン*****
8740 *GAMEN56
8750
8760 画面表示のための初期設定
8770 TX=-80*KO
8780 TY=-10*KO
8790 TZ=0
8800 R=300
8810 DT=.002
8820 X0=320:Y0=300
8830 DIST=-1
8840
8850 *****画面57の表示サブルーチン*****
8860 *GAMEN57
8870
8880 画面表示のための初期設定
8890 TX=-80*KO
8900 TY=-10*KO
8910 TZ=0
8920 R=300
8930 DT=.002
8940 X0=320:Y0=300
8950 DIST=-1
8960
8970 *****画面58の表示サブルーチン*****
8980 *GAMEN58
8990
9000 画面表示のための初期設定
9010 TX=-80*KO
9020 TY=-10*KO
9030 TZ=0
9040 R=300
9050 DT=.002
9060 X0=320:Y0=300
9070 DIST=-1
9080
9090 *****画面59の表示サブルーチン*****
9100 *GAMEN59
9110
9120 画面表示のための初期設定
9130 TX=-80*KO
9140 TY=-10*KO
9150 TZ=0
9160 R=300
9170 DT=.002
9180 X0=320:Y0=300
9190 DIST=-1
9200
9210 *****画面60の表示サブルーチン*****
9220 *GAMEN60
9230
9240 画面表示のための初期設定
9250 TX=-80*KO
9260 TY=-10*KO
9270 TZ=0
9280 R=300
9290 DT=.002
9300 X0=320:Y0=300
9310 DIST=-1
9320
9330 *****画面61の表示サブルーチン*****
9340 *GAMEN61
9350
9360 画面表示のための初期設定
9370 TX=-80*KO
9380 TY=-10*KO
9390 TZ=0
9400 R=300
9410 DT=.002
9420 X0=320:Y0=300
9430 DIST=-1
9440
9450 *****画面62の表示サブルーチン*****
9460 *GAMEN62
9470
9480 画面表示のための初期設定
9490 TX=-80*KO
9500 TY=-10*KO
9510 TZ=0
9520 R=300
9530 DT=.002
9540 X0=320:Y0=300
9550 DIST=-1
9560
9570 *****画面63の表示サブルーチン*****
9580 *GAMEN63
9590
9600 画面表示のための初期設定
9610 TX=-80*KO
9620 TY=-10*KO
9630 TZ=0
9640 R=300
9650 DT=.002
9660 X0=320:Y0=300
9670 DIST=-1
9680
9690 *****画面64の表示サブルーチン*****
9700 *GAMEN64
9710
9720 画面表示のための初期設定
9730 TX=-80*KO
9740 TY=-10*KO
9750 TZ=0
9760 R=300
9770 DT=.002
9780 X0=320:Y0=300
9790 DIST=-1
9800
9810 *****画面65の表示サブルーチン*****
9820 *GAMEN65
9830
9840 画面表示のための初期設定
9850 TX=-80*KO
9860 TY=-10*KO
9870 TZ=0
9880 R=300
9890 DT=.002
9900 X0=320:Y0=300
9910 DIST=-1
9920
9930 *****画面66の表示サブルーチン*****
9940 *GAMEN66
9950
9960 画面表示のための初期設定
9970 TX=-80*KO
9980 TY=-10*KO
9990 TZ=0
10000 R=300
10010 DT=.002
10020 X0=320:Y0=300
10030 DIST=-1
10040
10050 *****画面67の表示サブルーチン*****
10060 *GAMEN67
10070
10080 画面表示のための初期設定
10090 TX=-80*KO
10100 TY=-10*KO
10110 TZ=0
10120 R=300
10130 DT=.002
10140 X0=320:Y0=300
10150 DIST=-1
10160
10170 *****画面68の表示サブルーチン*****
10180 *GAMEN68
10190
10200 画面表示のための初期設定
10210 TX=-80*KO
10220 TY=-10*KO
10230 TZ=0
10240 R=300
10250 DT=.002
10260 X0=320:Y0=300
10270 DIST=-1
10280
10290 *****画面69の表示サブルーチン*****
10300 *GAMEN69
10310
10320 画面表示のための初期設定
10330 TX=-80*KO
10340 TY=-10*KO
10350 TZ=0
10360 R=300
10370 DT=.002
10380 X0=320:Y0=300
10390 DIST=-1
10400
10410 *****画面70の表示サブルーチン*****
10420 *GAMEN70
10430
10440 画面表示のための初期設定
10450 TX=-80*KO
10460 TY=-10*KO
10470 TZ=0
10480 R=300
10490 DT=.002
10500 X0=320:Y0=300
10510 DIST=-1
10520
10530 *****画面71の表示サブルーチン*****
10540 *GAMEN71
10550
10560 画面表示のための初期設定
10570 TX=-80*KO
10580 TY=-10*KO
10590 TZ=0
10600 R=300
10610 DT=.002
10620 X0=320:Y0=300
10630 DIST=-1
10640
10650 *****画面72の表示サブルーチン*****
10660 *GAMEN72
10670
10680 画面表示のための初期設定
10690 TX=-80*KO
10700 TY=-10*KO
10710 TZ=0
10720 R=300
10730 DT=.002
10740 X0=320:Y0=300
10750 DIST=-1
10760
10770 *****画面73の表示サブルーチン*****
10780 *GAMEN73
10790
10800 画面表示のための初期設定
10810 TX=-80*KO
10820 TY=-10*KO
10830 TZ=0
10840 R=300
10850 DT=.002
10860 X0=320:Y0=300
10870 DIST=-1
10880
10890 *****画面74の表示サブルーチン*****
10900 *GAMEN74
10910
10920 画面表示のための初期設定
10930 TX=-80*KO
10940 TY=-10*KO
10950 TZ=0
10960 R=300
10970 DT=.002
10980 X0=320:Y0=300
10990 DIST=-1
11000
11010 *****画面75の表示サブルーチン*****
11020 *GAMEN75
11030
11040 画面表示のための初期設定
11050 TX=-80*KO
11060 TY=-10*KO
11070 TZ=0
11080 R=300
11090 DT=.002
11100 X0=320:Y0=300
11110 DIST=-1
11120
11130 *****画面76の表示サブルーチン*****
11140 *GAMEN76
11150
11160 画面表示のための初期設定
11170 TX=-80*KO
11180 TY=-10*KO
11190 TZ=0
11200 R=300
11210 DT=.002
11220 X0=320:Y0=300
11230 DIST=-1
11240
11250 *****画面77の表示サブルーチン*****
11260 *GAMEN77
11270
11280 画面表示のための初期設定
11290 TX=-80*KO
11300 TY=-10*KO
11310 TZ=0
11320 R=300
11330 DT=.002
11340 X0=320:Y0=300
11350 DIST=-1
11360
11370 *****画面78の表示サブルーチン*****
11380 *GAMEN78
11390
11400 画面表示のための初期設定
11410 TX=-80*KO
11420 TY=-10*KO
11430 TZ=0
11440 R=300
11450 DT=.002
11460 X0=320:Y0=300
11470 DIST=-1
11480
11490 *****画面79の表示サブルーチン*****
11500 *GAMEN79
11510
11520 画面表示のための初期設定
11530 TX=-80*KO
11540 TY=-10*KO
11550 TZ=0
11560 R=300
11570 DT=.002
11580 X0=320:Y0=300
11590 DIST=-1
11600
11610 *****画面80の表示サブルーチン*****
11620 *GAMEN80
11630
11640 画面表示のための初期設定
11650 TX=-80*KO
11660 TY=-10*KO
11670 TZ=0
11680 R=300
11690 DT=.002
11700 X0=320:Y0=300
11710 DIST=-1
11720
11730 *****画面81の表示サブルーチン*****
11740 *GAMEN81
11750
11760 画面表示のための初期設定
11770 TX=-80*KO
11780 TY=-10*KO
11790 TZ=0
11800 R=300
11810 DT=.002
11820 X0=320:Y0=300
11830 DIST=-1
11840
11850 *****画面82の表示サブルーチン*****
11860 *GAMEN82
11870
11880 画面表示のための初期設定
11890 TX=-80*KO
11900 TY=-10*KO
11910 TZ=0
11920 R=300
11930 DT=.002
11940 X0=320:Y0=300
11950 DIST=-1
11960
11970 *****画面83の表示サブルーチン*****
11980 *GAMEN83
11990
12000 画面表示のための初期設定
12010 TX=-80*KO
12020 TY=-10*KO
12030 TZ=0
12040 R=300
12050 DT=.002
12060 X0=320:Y0=300
12070 DIST=-1
12080
12090 *****画面84の表示サブルーチン*****
12100 *GAMEN84
12110
12120 画面表示のための初期設定
12130 TX=-80*KO
12140 TY=-10*KO
12150 TZ=0
12160 R=300
12170 DT=.002
12180 X0=320:Y0=300
12190 DIST=-1
12200
12210 *****画面85の表示サブルーチン*****
12220 *GAMEN85
12230
12240 画面表示のための初期設定
12250 TX=-80*KO
12260 TY=-10*KO
12270 TZ=0
12280 R=300
12290 DT=.002
12300 X0=320:Y0=300
12310 DIST=-1
12320
12330 *****画面86の表示サブルーチン*****
12340 *GAMEN86
12350
12360 画面表示のための初期設定
12370 TX=-80*KO
12380 TY=-10*KO
12390 TZ=0
12400 R=300
12410 DT=.002
12420 X0=320:Y0=300
12430 DIST=-1
12440
12450 *****画面87の表示サブルーチン*****
12460 *GAMEN87
12470
12480 画面表示のための初期設定
12490 TX=-80*KO
12500 TY=-10*KO
12510 TZ=0
12520 R=300
12530 DT=.002
12540 X0=320:Y0=300
1
```


プログラム5 「データの登録」

```

1000 *****
1010 * データの登録 *
1020 *****
1030 *HIAJIME
1040 CONSOLE 0,25,0,1
1050 SCREEN 3,0
1060 CLS 3
1070 DEFSNG A-Z
1080
1090 -----エラー処理-----
1100 ON ERROR GOTO *ERRORMES
1110
1120 -----登録してあるデータの確認-----
1130 LOCATE 2,0:COLOR 5:PRINT "*****"
1140 LOCATE 2,1:COLOR 5:PRINT " * 太陽のデータ登録 * "
1150 LOCATE 2,2:COLOR 5:PRINT "*****"
1160
1170 LOCATE 0,5:COLOR 7:PRINT "すでにとうろくしてある月日"
1180
1190 -----使用変数の初期値-----
1200 SUU=20 : 登録最大件数
1210 COU=0
1220 YOKO=5
1230 TATE=7
1240 DIM J1$(10),FUN$(10),H$(10),A$(10)
1250 DIM H(10),F(10),HOUI(10),KOUDO(10)
1260
1270 -----ファイルの準備-----
1280 OPEN "SUN.dat" AS #1
1290 FIELD #1,2 AS M$,2 AS D$
1300 FOR I=1 TO 10 : 一日の最大記録データ数 10
1310 FIELD #1,5+(I-1)*10 AS DUMMY$,2 AS J1$(1),2 AS FUN$(1),2 AS H$(1),2 AS A$(1)
1320 NEXT I
1330
1340 -----登録日の画面表示-----
1350 COU=0:YOKO=5:TATE=7
1360 FOR J=1 TO SUU
1370 GET #1
1380 TUKI=CVI(M$)
1390 IF TUKI=0 THEN 1470
1400 NITI=CVI(D$)
1410 LOCATE YOKO,TATE :COLOR 4:PRINT USING "## 月 ## 日 ":TUKI:NITI
1420 YOKO=YOKO+14
1430 IF YOKO>65 THEN YOKO=5:TATE=TATE+2
1440 COU=COU+1
1450 NEXT J
1460 -----ファイルの後始末-----
1470 CLOSE #1
1480 IF COU=0 THEN COLOR 4:LOCATE 10,7:PRINT "データはありません"
1490
1500
1510 =====
1520 観察データの入力
1530 =====
1540
1550 -----観察日の月日入力画面-----
1560 LOCATE 0,16:COLOR 7:PRINT "かんさつした月と日にちはいつですか"
1570 LOCATE 0,17:COLOR 5:PRINT "数字をいれ"をおしてください"
1580 LOCATE 5,19:COLOR 4:PRINT "月 日 "
1590 LOCATE 2,19:COLOR 6:LINE INPUT M$
1600 M=VAL(M$):IF M<1 OR M>12 THEN 1590
1610 LOCATE 8,19:COLOR 6:LINE INPUT D$
1620 D=VAL(D$):IF D<1 OR D>31 THEN 1610
1630 LOCATE 2,21:COLOR 2:PRINT "これでいいですか"
1640 LOCATE 20,21:COLOR 7:PRINT "はい-->1 いいえ-->2"
1650 A$=INKEY$:IF A$="" THEN 1650
1660 IF A$="1" THEN 1720
1670 LOCATE 2,21:PRINT SPACE$(70)
1680 LOCATE 0,19:PRINT SPACE$(70)
1690 IF A$="2" THEN 1580 ELSE 1650
1700
1710 -----観察データの登録画面の作成-----
1720 CLS
1730 -----データ入力の枠(野線)
1740 LOCATE 5,0:COLOR 7:PRINT "観察データのとうろく"
1750 -----横線
1760 FOR Y=1 TO 7
1770 LINE (24,Y*32+5)-(624,Y*32+5),5
1780 NEXT Y
1790 -----縦線
1800 FOR X=0 TO 6
1810 LINE (X*100+24,2*16+5)-(X*100+24,14*16+5),5
1820 NEXT X

```

```

1830 -----文字の表示
1840 LOCATE 5,3:COLOR 5:PRINT " 時間 高さ ほうこう"
1850 LOCATE 43,3:COLOR 5:PRINT " 時間 高さ ほうこう"
1860 LOCATE 5,5:COLOR 6:PRINT " 時 分"
1870 LOCATE 43,5:COLOR 6:PRINT " 時 分"
1880 LOCATE 50,0:COLOR 4:PRINT "数字をいれリターンキー"
1890 LOCATE 50,1:COLOR 7:PRINT "おわり-->数字の 0 おす"
1900 LOCATE 5,17:COLOR 4:PRINT "データは10回分までられます"
1910 LOCATE 5,19:COLOR 7:PRINT "ほうこうはほういじしんのめもりでいてください"
1920 LOCATE 5,20:COLOR 7:PRINT "ほうこうのデータがないときはリターンキーをおしてください"
1930
1940 -----データの入力-----
1950 L=3
1960 P=0
1970 L=L+2 :K=K+1
1980 -----時間の入力
1990 LOCATE P+4,L:COLOR 3:LINE INPUT HH$
2000 IF HH$="0" THEN *TOUROKU
2010 H(K)=VAL(HH$)
2020 IF H(K)<6 THEN H(K)=H(K)+12
2030 IF H(K)>24 THEN 1990
2040 LOCATE P+10,L:COLOR 3:LINE INPUT MM$
2050 F(K)=VAL(MM$)
2060 IF F(K)>60 THEN 2040
2070 -----高度の入力
2080 LOCATE P+19,L:COLOR 4:LINE INPUT KOUDO$
2090 KOUDO(K)=VAL(KOUDO$)
2100 IF KOUDO(K)>89 OR KOUDO(K)<=0 THEN 2080
2110 -----方位の入力
2120 LOCATE P+33,L:COLOR 4:LINE INPUT HOUI$
2130 HOUI=VAL(HOUI$)
2140 方位自針の目盛りを方位角に変換
2150 HOUI=HOUI+180
2160 HOUI(K)=(HOUI/360-INT(HOUI/360))*360
2170
2180 -----データの修正-----
2190 LOCATE 0,21:COLOR 2:PRINT "データはこれでいいですか"
2200 LOCATE 28,21:COLOR 7:PRINT "はい-->1 いいえ-->2"
2210 B$=INKEY$:IF B$="" THEN 2210
2220 LOCATE 0,21:PRINT SPACE$(78)
2230 IF B$="1" THEN 2250
2240 IF B$="2" THEN 1990 ELSE 2190
2250 IF L=13 THEN L=3:P=38
2260 IF L=13 AND P=38 THEN 2290
2270 GOTO 1970
2280
2290 =====
2300 ファイルへの保管
2310 =====
2320 *TOUROKU
2330 -----ファイルの準備-----
2340 OPEN "SUN.dat" AS #1
2350 FIELD #1,2 AS M$,2 AS D$
2360 FOR I=1 TO 10
2370 FIELD #1,4+(I-1)*10 AS DUMMY$,2 AS J1$(1),2 AS FUN$(1),2 AS H$(1),2 AS A$(1)
2380 NEXT I
2390 -----ファイルへの書き込み-----
2400 LSET M$=MKI$(M) : 月
2410 LSET D$=MKI$(D) : 日
2420 FOR J=1 TO K-1
2430 J1$(J)=MKI$(H(J)) : 時
2440 LSET FUN$(J)=MKI$(F(J)) : 分
2450 LSET H$(J)=MKI$(KOUDO(J)) : 高度
2460 LSET A$(J)=MKI$(HOUI(J)) : 方位
2470 NEXT J
2480 PUT #1,COU+1
2490
2500 -----ファイルの後始末-----
2510 CLOSE #1
2520
2530 -----終了処理-----
2540 CLS 3
2550 LOCATE 2,5:COLOR 7:PRINT "ごろうきまでした"
2560 LOCATE 2,8:COLOR 4:PRINT "データのとうろくがおわりました"
2570 END
2580
2590 -----エラー処理ルーチン-----
2600 *ERRORMES
2610 CLS 3
2620 IF ERR=55 THEN 2630 ELSE 2640
2630 LOCATE 2,10:COLOR 2:PRINT "データファイルがありません。":GOTO 2650
2640 LOCATE 2,10:COLOR 2:PRINT "エラーがでました。もういちどやりなおしてください。"
2650 LOCATE 2,12:COLOR 5:PRINT "せんせいをよびましょう"
2660 LOCATE 2,14:COLOR 7:PRINT "なにかキをおしてください"
2670 A$=INKEY$:IF A$="" THEN 2670
2680 ERASE J1$,FUN$,H$,A$,H,F,HOUI,KOUDO
2690 GOTO *HIAJIME

```


プログラム6 「太陽の観測データの表示」

```

1000 *****
1010 * 太陽の観測データの表示と位置の計算 *
1020 * IKEDA 1987.3.20 *
1030 *****
1040 初期値の設定
1050 CLS 3
1060 SCREEN 3,0
1070 CONSOLE 0,25,0,1
1080 WIDTH 80,25
1090 DEFDBL A-Z
1100 観測地の 緯度 経度
1110 IDO=37.917H
1120 KEIDU=139.033H
1130 赤道半径 R
1140 R=6378.14H
1150 計算上の定数値
1160 KO=-.017453292519943H
1170 PAI=3.1415926536H
1180 DIM TUKI(20),NITI(20),J1(20,10),FUN(20,10),KOUDO(20,10),
1190 HOU(20,10)
1200
1210 *****
1220 GOTO MIAJIME
1230 *****
1240 *
1250 *
1260 * 画面リブルーチン
1270 *
1280 *
1290 *
1300 *
1310 *
1320 *
1330 *
1340 *
1350 *
1360 *
1370 *
1380 *
1390 *
1400 *
1410 *
1420 *
1430 *
1440 *
1450 *
1460 *
1470 *
1480 *
1490 *
1500 *
1510 *
1520 *
1530 *
1540 *
1550 *
1560 *
1570 *
1580 *
1590 *
1600 *
1610 *
1620 *
1630 *
1640 *
1650 *
1660 *
1670 *
1680 *
1690 *
1700 *
1710 *
1720 *
1730 *
1740 *
1750 *
1760 *
1770 *
1780 *
1790 *
1800 *
1810 *
1820 *
1830 *
1840 *
1850 *
1860 *
1870 *
1880 *
1890 *
1900 *
1910 *
1920 *
1930 *
1940 *
1950 *
1960 *
1970 *
1980 *
1990 *
2000 *****
2010 *GAMEN2
2020 *
2030 *
2040 *
2050 *
2060 *
2070 *
2080 *
2090 *
2100 *
2110 *
2120 *
2130 *
2140 *
2150 *
2160 *
2170 *
2180 *
2190 *
2200 *
2210 *
2220 *
2230 *
2240 *
2250 *
2260 *
2270 *
2280 *
2290 *
2300 *
2310 *
2320 *
2330 *
2340 *
2350 *
2360 *
2370 *
2380 *
2390 *
2400 *
2410 *
2420 *
2430 *
2440 *
2450 *
2460 *
2470 *
2480 *
2490 *
2500 *
2510 *
2520 *
2530 *
2540 *
2550 *
2560 *
2570 *
2580 *
2590 *
2600 *
2610 *
2620 *
2630 *
2640 *
2650 *
2660 *
2670 *
2680 *
2690 *
2700 *
2710 *
2720 *
2730 *
2740 *
2750 *
2760 *
2770 *
2780 *
2790 *
2800 *
2810 *
2820 *
2830 *
2840 *
2850 *
2860 *
2870 *
2880 *
2890 *
2900 *
2910 *
2920 *
2930 *
2940 *
2950 *
2960 *
2970 *
2980 *
2990 *
3000 *****
3010 *
3020 *
3030 *
3040 *
3050 *
3060 *
3070 *
3080 *
3090 *
3100 *
3110 *
3120 *
3130 *
3140 *
3150 *
3160 *
3170 *
3180 *
3190 *
3200 *
3210 *
3220 *
3230 *
3240 *
3250 *
3260 *
3270 *
3280 *
3290 *
3300 *
3310 *
3320 *
3330 *
3340 *
3350 *
3360 *
3370 *
3380 *
3390 *
3400 *
3410 *
3420 *
3430 *
3440 *
3450 *
3460 *
3470 *
3480 *
3490 *
3500 *
3510 *
3520 *
3530 *
3540 *
3550 *
3560 *
3570 *
3580 *
3590 *
3600 *
3610 *
3620 *
3630 *
3640 *
3650 *
3660 *
3670 *
3680 *
3690 *
3700 *
3710 *
3720 *
3730 *
3740 *
3750 *
3760 *
3770 *
3780 *
3790 *
3800 *
3810 *
3820 *
3830 *
3840 *
3850 *
3860 *
3870 *
3880 *
3890 *
3900 *
3910 *
3920 *
3930 *
3940 *
3950 *
3960 *
3970 *
3980 *
3990 *
4000 *****
4010 *
4020 *
4030 *
4040 *
4050 *
4060 *
4070 *
4080 *
4090 *
4100 *
4110 *
4120 *
4130 *
4140 *
4150 *
4160 *
4170 *
4180 *
4190 *
4200 *
4210 *
4220 *
4230 *
4240 *
4250 *
4260 *
4270 *
4280 *
4290 *
4300 *
4310 *
4320 *
4330 *
4340 *
4350 *
4360 *
4370 *
4380 *
4390 *
4400 *
4410 *
4420 *
4430 *
4440 *
4450 *
4460 *
4470 *
4480 *
4490 *
4500 *
4510 *
4520 *
4530 *
4540 *
4550 *
4560 *
4570 *
4580 *
4590 *
4600 *
4610 *
4620 *
4630 *
4640 *
4650 *
4660 *
4670 *
4680 *
4690 *
4700 *
4710 *
4720 *
4730 *
4740 *
4750 *
4760 *
4770 *
4780 *
4790 *
4800 *
4810 *
4820 *
4830 *
4840 *
4850 *
4860 *
4870 *
4880 *
4890 *
4900 *
4910 *
4920 *
4930 *
4940 *
4950 *
4960 *
4970 *
4980 *
4990 *
5000 *****
5010 *
5020 *
5030 *
5040 *
5050 *
5060 *
5070 *
5080 *
5090 *
5100 *
5110 *
5120 *
5130 *
5140 *
5150 *
5160 *
5170 *
5180 *
5190 *
5200 *
5210 *
5220 *
5230 *
5240 *
5250 *
5260 *
5270 *
5280 *
5290 *
5300 *
5310 *
5320 *
5330 *
5340 *
5350 *
5360 *
5370 *
5380 *
5390 *
5400 *
5410 *
5420 *
5430 *
5440 *
5450 *
5460 *
5470 *
5480 *
5490 *
5500 *
5510 *
5520 *
5530 *
5540 *
5550 *
5560 *
5570 *
5580 *
5590 *
5600 *
5610 *
5620 *
5630 *
5640 *
5650 *
5660 *
5670 *
5680 *
5690 *
5700 *
5710 *
5720 *
5730 *
5740 *
5750 *
5760 *
5770 *
5780 *
5790 *
5800 *
5810 *
5820 *
5830 *
5840 *
5850 *
5860 *
5870 *
5880 *
5890 *
5900 *
5910 *
5920 *
5930 *
5940 *
5950 *
5960 *
5970 *
5980 *
5990 *
6000 *****
6010 *
6020 *
6030 *
6040 *
6050 *
6060 *
6070 *
6080 *
6090 *
6100 *
6110 *
6120 *
6130 *
6140 *
6150 *
6160 *
6170 *
6180 *
6190 *
6200 *
6210 *
6220 *
6230 *
6240 *
6250 *
6260 *
6270 *
6280 *
6290 *
6300 *
6310 *
6320 *
6330 *
6340 *
6350 *
6360 *
6370 *
6380 *
6390 *
6400 *
6410 *
6420 *
6430 *
6440 *
6450 *
6460 *
6470 *
6480 *
6490 *
6500 *
6510 *
6520 *
6530 *
6540 *
6550 *
6560 *
6570 *
6580 *
6590 *
6600 *
6610 *
6620 *
6630 *
6640 *
6650 *
6660 *
6670 *
6680 *
6690 *
6700 *
6710 *
6720 *
6730 *
6740 *
6750 *
6760 *
6770 *
6780 *
6790 *
6800 *
6810 *
6820 *
6830 *
6840 *
6850 *
6860 *
6870 *
6880 *
6890 *
6900 *
6910 *
6920 *
6930 *
6940 *
6950 *
6960 *
6970 *
6980 *
6990 *
7000 *****
7010 *
7020 *
7030 *
7040 *
7050 *
7060 *
7070 *
7080 *
7090 *
7100 *
7110 *
7120 *
7130 *
7140 *
7150 *
7160 *
7170 *
7180 *
7190 *
7200 *
7210 *
7220 *
7230 *
7240 *
7250 *
7260 *
7270 *
7280 *
7290 *
7300 *
7310 *
7320 *
7330 *
7340 *
7350 *
7360 *
7370 *
7380 *
7390 *
7400 *
7410 *
7420 *
7430 *
7440 *
7450 *
7460 *
7470 *
7480 *
74
```

```

10610 -----表示の選択 (みたい観測日の選択) -----
10620 LOCATE 0,23:COLOR 7:PRINT "みたい/110の番号をえらひリターキーをおす"
10630 LOCATE 45,23:COLOR 7:LINE INPUT A$
10640 BANZ=VAL(A$)
10650
10660
10670 FOR KZ=1 TO COUZ:LOCATE 8,KZ+2:PRINT SPACE$(20):NEXT KZ
10680 LOCATE 0,23:PRINT SPACE$(75)
10690
10700 -----観測したデータの表示 (太陽の位置表示) -----
10710 FOR IZ=1 TO 10
10720 IF J1(BANZ,IZ)=0 THEN 10830
10730 JIKAN=J1(BANZ,IZ)
10740 FUN=FUN(BANZ,IZ)
10750 KOUDO=KOUDO(BANZ,IZ)
10760 HOU=HOUJ1(BANZ,IZ)
10770 ON MEN GOSUB *KISOSIKI1,*KISOSIKI2,*KISOSIKI3
10780 CIRCLE (X2,Y2),5,2,...,F
10790 IF IZ=1 THEN 10820
10800 LINE (X1,Y1)-(X2,Y2),2
10810 X1=X2:Y1=Y2
10820 NEXT IZ
10830
10840
10850
10860
10870
10880
10890
10900
10910
10920
10930
10940
10950
10960 -----表示の選択 (バソゴンで計算した太陽の動きを見るか否かの選択) -----
10970 LOCATE 0,23:COLOR 6:PRINT "バソゴンが計算したほかの日の太陽をみますか はい(Y) いいえ(N)"
10980 A$=INKEY$:IF A$="" THEN 10910
10990 IF A$="N" OR A$="Y" THEN 10930 ELSE 10910
11000 LOCATE 0,23:PRINT SPACE$(75)
11010 IF A$="Y" THEN 11010 ELSE 10980
11020
11030 -----理論値の表示 (バソゴンで計算した太陽の位置の表示) -----
11040
11050 -----画面の文字表示-----
11060 LOCATE 0,23:PRINT SPACE$(75)
11070 COLOR 7
11080 LOCATE 3,0:PRINT "1時間ごとの太陽"
11090 CIRCLE (10,8),5,2,...,F
11100 LOCATE 3,1:PRINT "30分ごとの太陽"
11110 CIRCLE (10,24),3,2,...,F
11120
11130 LOCATE 0,23:PRINT SPACE$(78)
11140 LOCATE 50,0:PRINT SPACE$(29)
11150
11160 -----年月日の入/-----
11170 LOCATE 65,3:COLOR 7:PRINT "見たい年/月"
11180 LOCATE 65,4:COLOR 4:LINE INPUT "せいわき ";YY$
11190 YY=VAL(YY$):IF YY<1900 OR YY>2100 THEN 11180
11200 MM=VAL(MM$):IF MM<1 OR MM>12 THEN 11200
11210 DD=VAL(DD$):IF DD<1 OR DD>31 THEN 11220
11220 LOCATE 50,0:COLOR 5:PRINT YY;"年";MM;"月";DD;"日"
11230
11240
11250
11260 LOCATE 65,3:PRINT SPACE$(114)
11270 LOCATE 65,4:PRINT SPACE$(114)
11280 LOCATE 65,5:PRINT SPACE$(114)
11290 LOCATE 65,6:PRINT SPACE$(114)
11300
11310 -----日の出・日の入り時刻の計算-----
11320
11330
11340
11350
11360
11370
11380
11390
11400
11410
11420
11430
11440
11450
11460
11470
11480
11490
11500
11510
11520
11530
11540
11550
11560
11570
11580
11590
11600
11610
11620
11630
11640
11650
11660
11670
11680
11690
11700
11710
11720
11730
11740
11750
11760
11770
11780
11790
11800
11810
11820
11830
11840
11850
11860
11870
11880
11890
11900
11910
11920
11930
11940
11950
11960
11970
11980
11990
12000
12010
12020
12030
12040
12050
12060
12070
12080
12090
12100
12110
12120
12130
12140
12150
12160
12170
12180
12190
12200
12210
12220
12230
12240
12250
12260
12270
12280
12290
12300
12310
12320
12330
12340
12350
12360
12370
12380
12390
12400
12410
12420
12430
12440
12450
12460
12470
12480
12490
12500
12510
12520
12530
12540
12550
12560
12570
12580
12590
12600
12610
12620
12630
12640
12650
12660
12670
12680
12690
12700
12710
12720
12730
12740
12750
12760
12770
12780
12790
12800
12810
12820
12830
12840
12850
12860
12870
12880
12890
12900
12910
12920
12930
12940
12950
12960
12970
12980
12990
13000
13010
13020
13030
13040
13050
13060
13070
13080
13090
13100
13110
13120
13130
13140
13150
13160
13170
13180
13190
13200
13210
13220
13230
13240
13250
13260
13270
13280
13290
13300
13310
13320
13330
13340
13350
13360
13370
13380
13390
13400
13410
13420
13430
13440
13450
13460
13470
13480
13490
13500
13510
13520
13530
13540
13550
13560
13570
13580
13590
13600
13610
13620
13630
13640
13650
13660
13670
13680
13690
13700
13710
13720
13730
13740
13750
13760
13770
13780
13790
13800
13810
13820
13830
13840
13850
13860
13870
13880
13890
13900
13910
13920
13930
13940
13950
13960
13970
13980
13990
14000
14010
14020
14030
14040
14050
14060
14070
14080
14090
14100
14110
14120
14130
14140
14150
14160
14170
14180
14190
14200
14210
14220
14230
14240
14250
14260
14270
14280
14290
14300
14310
14320
14330
14340
14350
14360
14370
14380
14390
14400
14410
14420
14430
14440
14450
14460
14470
14480
14490
14500
14510
14520
14530
14540
14550
14560
14570
14580
14590
14600
14610
14620
14630
14640
14650
14660
14670
14680
14690
14700
14710
14720
14730
14740
14750
14760
14770
14780
14790
14800
14810
14820
14830
14840
14850
14860
14870
14880
14890
14900
14910
14920
14930
14940
14950
14960
14970
14980
14990
15000
15010
15020
15030
15040
15050
15060
15070
15080
15090
15100
15110
15120
15130
15140
15150
15160
15170
15180
15190
15200
15210
15220
15230
15240
15250
15260
15270
15280
15290
15300
15310
15320
15330
15340
15350
15360
15370
15380
15390
15400
15410
15420
15430
15440
15450
15460
15470
15480
15490
15500
15510
15520
15530
15540
15550
15560
15570
15580
15590
15600
15610
15620
15630
15640
15650
15660
15670
15680
15690
15700
15710
15720
15730
15740
15750
15760
15770
15780
15790
15800
15810
15820
15830
15840
15850
15860
15870
15880
15890
15900
15910
15920
15930
15940
15950
15960
15970
15980
15990
16000
16010
16020
16030
16040
16050
16060
16070
16080
16090
16100
16110
16120
16130
16140
16150
16160
1617
```


V パソコンで描く太陽の動き

太陽の見かけの動きを求めるには、ある時刻を与えて、その時の高度と方位角を計算しなければならない。ある時刻における太陽の高度と方位角を求めるには、次の手順が必要である。



なお、これらの計算にあたっては、長沢 工著の『天体の位置計算』（1982年、地人書館）と海上保安庁『天測歴』昭和61年度版および62年度版を参考にした。

1. 黄経 (λ) ・ 黄緯 (β) をもとめる

もし地球が自転も公転もしていないとすると、太陽は星座の間を西から東に向けて天の赤道と約 23.4° 傾いた軌道上を一日に約 1° ずつ移動し、一年でもとの位置にもどる。この通り道を黄道という。この黄道を基準に天体の位置を座標で表わしたのが黄経 (λ) ・ 黄緯 (β) である。

太陽の精密な位置の計算を求めるには、大変高度の計算式 (S. Newcomb の理論) が必要であるが、この研究では、海上保安庁水路部で開発された『太陽の位置の略算式』（10式）を使う。

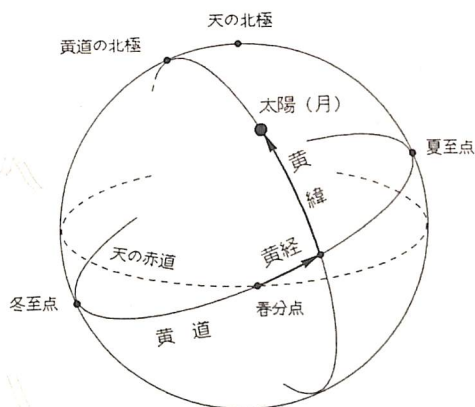


図19. 黄道座標

$$\begin{aligned}
 L = & 279.0358 + 360.00769 T \\
 & + (1.9159 - 0.000005 T) \sin (356.531 + 359.991 T) \\
 & + 0.0200 \sin (353.06 + 719.981 T) \\
 & + 0.0048 \sin (68.64 - 19.341 T) \\
 & + 0.0020 \sin (285.0 + 329.64 T) \\
 & + 0.0018 \sin (334.2 - 4452.67 T) \\
 & + 0.0018 \sin (293.7 - 0.20 T) \\
 & + 0.0015 \sin (242.4 + 450.37 T) \\
 & + 0.0013 \sin (211.1 + 225.18 T) \\
 & + 0.0008 \sin (208.0 + 659.29 T) \\
 & + 0.0007 \sin (53.5 + 90.38 T) \\
 & + 0.0007 \sin (12.1 - 30.35 T) \\
 & + 0.0006 \sin (239.1 + 337.18 T) \\
 & + 0.0005 \sin (10.1 - 1.50 T) \\
 & + 0.0005 \sin (99.1 - 22.81 T) \\
 & + 0.0004 \sin (264.8 + 315.56 T) \\
 & + 0.0004 \sin (233.8 + 299.30 T) \\
 & + 0.0004 \sin (18.1 + 720.02 T) \\
 & + 0.0003 \sin (349.6 + 1079.97 T) \\
 & + 0.0003 \sin (241.2 - 44.43 T)
 \end{aligned}$$

黄経 β は $1''$ 以下の値であり、高精度の必要もないので

$$\beta = 0$$

とする。

..... (10) 式

式中で示される時刻引数 T は1987年 1 月 0 日 0 時世界時 (=1974. 12. 31. 0 ET) 以降の経過時刻を暦

表示によって365.25日単位で示したものである。ここではフリーゲルの公式を使いTを求める。

現在のグレゴリオ暦法による西暦年をY, 月をM, 日をDとすると, 1974. 12. 31. 0 ET よりの経過日数をユリウス日JDであらわすと

$$JD = \text{Int} (365.25) \cdot \text{Int} (Y/400) - \text{Int} (Y/100) + \text{Int} (30.59 (M-2)) + D + 1721088.5 \cdots (11) \text{式}$$

ただし, 1月はM=13, 2月はM=14とし, このときY=Y-1とする。

太陽の位置を求める時間を日本時でh時m分とすると, 世界時Jは

$$J = h/24 + m/1440 - 9 \cdots (12) \text{式}$$

世界時で表現した経過時刻tは

$$t = (JD + J) / 365.25 \cdots (13) \text{式}$$

これをさらに暦表示によるTに換算する(近似値)

$$T = t + (0.0317 t + 1.43) \times 10^{-6} \cdots (14) \text{式}$$

黄経(λ)・黄緯(β)をもとめるプログラムをサブルーチン*SUNITI, ユリウス日により経過時刻Tを求めるプログラムをサブルーチン*NISUUとした。この章のプログラムは折り込み, P21~24に示す。

2. 視赤経(α)・視赤緯(δ)を求める

黄道座標から, 次に赤道座標に変換する必要がある。地球の自転軸を延長した線が天球と交わる点を天の北極, 地球の赤道の延長が天球と交わる大円を天の赤道という。この天の北極と天の赤道で表した座標が視赤経(α)・視赤緯(δ)である。黄経を λ , 黄緯を β , 視赤経を α , 視赤緯を δ , 黄道傾角を ϵ とすると,

$$\left. \begin{aligned} X &= (\cos \delta \cdot \cos \alpha) = \cos \beta \cdot \cos \lambda \\ Y &= (\cos \delta \cdot \sin \alpha) = -\sin \beta \cdot \sin \epsilon + \cos \beta \cdot \sin \lambda \cdot \cos \epsilon \\ Z &= (\sin \delta) = \sin \beta \cdot \cos \epsilon + \cos \beta \cdot \sin \lambda \cdot \sin \epsilon \end{aligned} \right\} \cdots (15) \text{式}$$

式中の黄道傾角 ϵ は次式で与えられる。時刻引数Tは(14)式で求めたものである。

$$\epsilon = 23.44254 - 0.011123 \cdot T + 0.000256 \cos(249^\circ - 19.3^\circ \cdot T) + 0.000015 \cos(198^\circ + 720^\circ \cdot T) \cdots (16) \text{式}$$

これより, 視赤経(α)・視赤緯(δ)は

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \arctan (Y/X) \\ \delta &= \arcsin (Z) \end{aligned} \right\} \cdots (17) \text{式}$$

で求められる。

この計算式はサブルーチン*SEKIDOUとした。

式の精度を調べるため, 計算結果を1987年1月分を計算したものが, 表5である。¹¹⁾ 理科年表1987年度版で調べると, 赤経, 赤緯とも2"以内で収まる。なお, 1年分の出力結果を調べたが, 誤差はこの範囲であった。

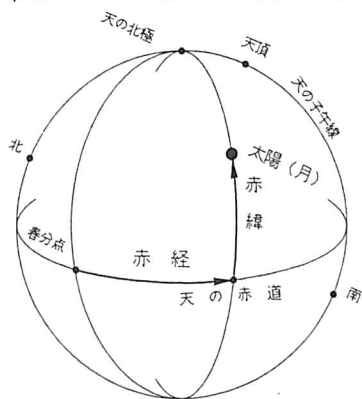


図20. 赤道座標

表 5. 1987年 1 月の赤経, 赤緯

1987. 1. 太陽の視赤経・視赤緯													
日	視赤経			視赤緯			日	視赤経			視赤緯		
	h	m	s	°	'	"		h	m	s	°	'	"
1	18	43	36.4	-23	3	54	16	19	49	3.8	-21	4	46
2	18	48	1.5	-22	59	4	17	19	53	20.9	-20	53	26
3	18	52	26.2	-22	53	46	18	19	57	37.4	-20	41	42
4	18	56	50.6	-22	48	1	19	20	1	53.1	-20	29	34
5	19	1	14.6	-22	41	49	20	20	6	8.2	-20	17	4
6	19	5	38.1	-22	35	10	21	20	10	22.6	-20	4	10
7	19	10	1.1	-22	28	4	22	20	14	36.2	-19	50	53
8	19	14	23.7	-22	20	32	23	20	18	49.0	-19	37	15
9	19	18	45.8	-22	12	33	24	20	23	1.2	-19	23	14
10	19	23	7.3	-22	4	8	25	20	27	12.5	-19	8	52
11	19	27	28.2	-21	55	18	26	20	31	23.1	-18	54	9
12	19	31	48.6	-21	46	2	27	20	35	32.9	-18	39	5
13	19	36	8.3	-21	36	20	28	20	39	41.9	-18	23	41
14	19	40	27.4	-21	26	13	29	20	43	50.1	-18	7	56
15	19	44	45.9	-21	15	42	30	20	47	57.5	-17	51	52
							31	20	52	4.0	-17	35	29

3. 高度 (h) ・方位角 (A) を求める

太陽の天球上の位置 (赤経・赤緯) がわかったので, 次に地球上の観測地における太陽のみかけの位置 (地平座標系) を求める必要がある。視赤経を α , 視赤緯を δ , 恒星時を θ , 観測地の緯度を φ , 経度を λ とすると, 方位角 A, 高度 h は

$$\left. \begin{aligned} X &= (\sinh) = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos (\theta - \alpha) \\ Y &= (\cosh \cdot \cos A) = -\cos \varphi \cdot \sin \delta + \sin \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos (\theta - \alpha) \\ Z &= (\cosh \cdot \sin A) = \cos \delta \cdot \sin (\theta - \alpha) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (18) \text{ 式}$$

$$\theta = 360 (0.7769194 + 1.002737909265 (JD - 2415020.0)) + \lambda \dots\dots\dots (19) \text{ 式}$$

(19)式では, ()内の計算結果から少数点以下の数値のみ取り出して計算する。式中の J D は (11)式で求めた値である。

この式から

$$\left. \begin{aligned} h &= \arcsin \\ A &= \arctan (Z/Y) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (20) \text{ 式}$$

が得られる。この公式はプログラム中のサブルーチン * I T I である。

なお, プログラム中の経度と緯度は新潟市の値

$$\text{緯度} = 37^{\circ} 55' = 37^{\circ} . 91667$$

$$\text{経度} = 139^{\circ} 2' = 139^{\circ} . 03333$$

を採用している。観測値が異なる場合は, 地図上から, 各学校の値とおきかえる必要がある。

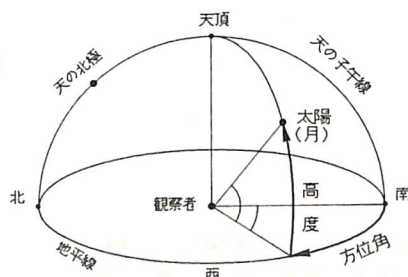


図21 方位角と高度

これで調べたい日の任意の時間における太陽の方位角と高度が求められ, 太陽の 1 日の動きをシミュレートできるが, 季節により, 太陽の出没時刻が異なるため, 画面表示に無駄な時間を要するため, 計算開始時刻 (日の出時刻) と終了時刻 (日の入り時刻) を求める必要がある。

4. 日の出, 日の入り時刻の求め方

(18)式で $h = 0$ の時が日の出, 日の入り時刻になる。この式の太陽の位置はすべて太陽の重心の位置

をさす。日の出・日の入りは太陽の上端が地平線にかかる時ときめられていること、光の屈折現象で太陽は浮き上ることなどから、太陽の場合、地球の中心と地球の表面から太陽を見た場合の視差を π ($0^{\circ}0024$)、太陽の視半径を δ ($0^{\circ}2669$)、光の屈折現象のため浮き上がる角度を R ($0^{\circ}5856$) とすると $h = \pi - \delta - R = -0^{\circ}8501 \dots\dots(21)$ 式

の時が天体の出没条件となる。

天体の出没時間を求めるには、(18)式を満足させる θ を求めそのときの時刻を求めればよい。

(18)式を変形して、

$$\theta = \cos((\sin h - \sin \varphi \cdot \sin \delta) / (\cos \varphi \cdot \cos \delta)) \dots\dots(22)$$

これより、世界時0時の地方恒星時を θG とすると、

日の出時刻、日の入り時刻は

$$\text{日の出時刻} = \alpha + \theta - \theta G \dots\dots(23-1)$$

$$\text{日の入り時刻} = \alpha + \theta - \theta G \dots\dots(23-2)$$

で求まる。

計算の方法はまず世界時0時の時の赤経、赤緯を出没時の赤経・赤緯と仮りに決め、その時刻における太陽の位置を使って再び同じ計算をすることになる。

この計算を前の計算値との差がなくなるまで繰り返すとよいが、計算に時間がかかり過ぎるため、ここでは再計算は1回にとどめた。このプログラムがサブルーチン*SYUTUBOTUである。

このプログラムより1ヶ月分を出力させたのが表6である。1年間分の日の出、南中時刻を日の入り時刻を理科年表に掲載されているデータと比較すると、日の出・日の入り時刻は1分、南中時刻は30秒内の誤差でおさまる。

なお、学校に真の南北線を引く場合などは、この南中時刻を使えばよい。

表6. 日の出、南中、日の入り時刻の実行結果 (1987年1月)

1987 . 1 TOKYO													
月	日	日の出			南中時刻			日の入			昼の長さ		
月	日	時	分	秒	時	分	秒	時	分	秒	時間	分	秒
1	1	6 50	11 44	15.0	16 38	9 47	31.3	16 51	10 1	33.3	10	1	33.3
1	2	6 50	11 44	49.7	16 38	9 48	31.4	16 52	10 2	33.5	10	2	33.5
1	3	6 50	11 45	25.2	16 39	9 49	31.5	16 53	10 4	33.8	10	4	33.8
1	4	6 51	11 45	32.4	16 40	9 49	31.5	16 54	10 4	33.8	10	4	33.8
1	5	6 51	11 46	5.7	16 41	9 50	31.7	16 55	10 6	34.1	10	6	34.1
1	6	6 51	11 46	40.3	16 42	9 51	31.8	16 56	10 8	34.4	10	8	34.4
1	7	6 51	11 47	13.3	16 43	9 52	32.0	16 57	10 10	34.6	10	10	34.6
1	8	6 51	11 47	18.6	16 43	9 52	32.0	16 58	10 10	34.7	10	10	34.7
1	9	6 51	11 47	52.0	16 44	9 53	32.2	16 59	10 12	35.0	10	12	35.0
1	10	6 51	11 48	23.2	16 45	9 54	32.3	17 0	10 14	35.3	10	14	35.3
1	11	6 51	11 48	53.0	16 46	9 55	32.5	17 1	10 16	35.6	10	16	35.6
1	12	6 51	11 49	0.0	16 47	9 56	32.6	17 2	10 16	35.6	10	16	35.6
1	13	6 50	11 49	28.1	16 48	9 57	32.8	17 3	10 18	36.0	10	18	36.0
1	14	6 50	11 49	56.6	16 49	9 58	33.0	17 4	10 20	36.3	10	20	36.3
1	15	6 50	11 50	25.8	16 50	10 0	33.2	17 6	10 23	36.6	10	23	36.6
								17 6	10 23	36.7			

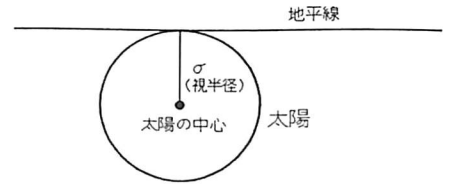


図22. 日の出・日の入りと太陽の中心位置

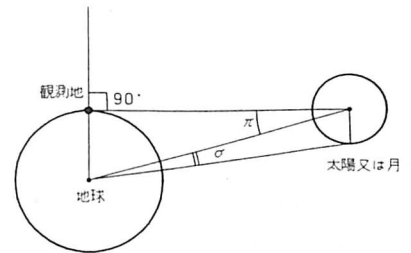


図23. 視差 π と視半径 δ

5. 太陽の動きを描く

計算式はすべて完成したので、サブルーチンにある画面1～画面4から目的の画面を選択し(図24)日の出時刻前から10分きざみで方位角と高度を計算させる。10分ごとに点を、30分ごとに小さな太陽を1時間ごとに大きな太陽を描かせればよい。

画面上の太陽の方位角と高度を示す座標をX2, Y2とすると

PSET (X2,Y2),2 10分ごとの太陽

CIRCLE(X2,Y2),3,2,,,F 30分ごとの太陽

CIRCLE(X2,Y2),5,2,,,F 1時間ごとの太陽

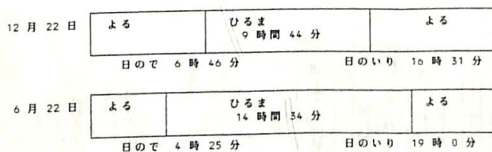
で表わされる。このリストはプログラム8のメインプログラム10540～10740に示す。これを実行した例が図1～図4である。

実行時間(表面2)は春分・秋分の日で約70秒である。太陽の動きを見るにはこの時間は苦にならない。表示時間を短縮したい時は、計算を1時間単位でさせればよい。

6. 昼の長さの画面表示

小学校6年の教科書には、観測日を帯グラフで昼の長さ
と夜の長さを示す図がある。これまでに求めた計算式を使
い類似の図を表示するには、プログラム8のメインプログラムを一部変更すればよい。

画面表示のサブルーチンを削除して、かわりにサブルーチン*OBIGRAPHをそれと置き換える。これがプログラム9であり、実行結果が図26である。1画面で希望する3日のデータを表示できる。なお、実行時間はおおよそ1秒である。



ほかの日をしらべるときは…1 おわりのときは…2
(ひかくは3日しかできません)

図26. 昼の長さや夜の長さの画面表示の結果

どのがめんて太陽のうごきをみますか。

- 1----太陽のたかさとみえる方向
- 2----じかんと太陽のたかさ
- 3----南のそらのプラネタリウム
- 4----きせつと太陽のうごき(りったい的)

きぼうするばんごうの数字をえらんでください。

図24. 画面の選択

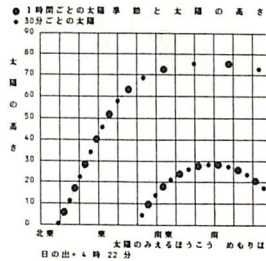


図25 画面上の太陽

せんたくがめん

- 1--かんそくしたデータのきろく
- 2--太陽の動きをみる
(かんそくした太陽やパソコンが計算した太陽をみる)
- 3--きせつ
(パソコンが計算した太陽をみる)
- 4--きせつと昼のながさをくらべる
- 5--おわり

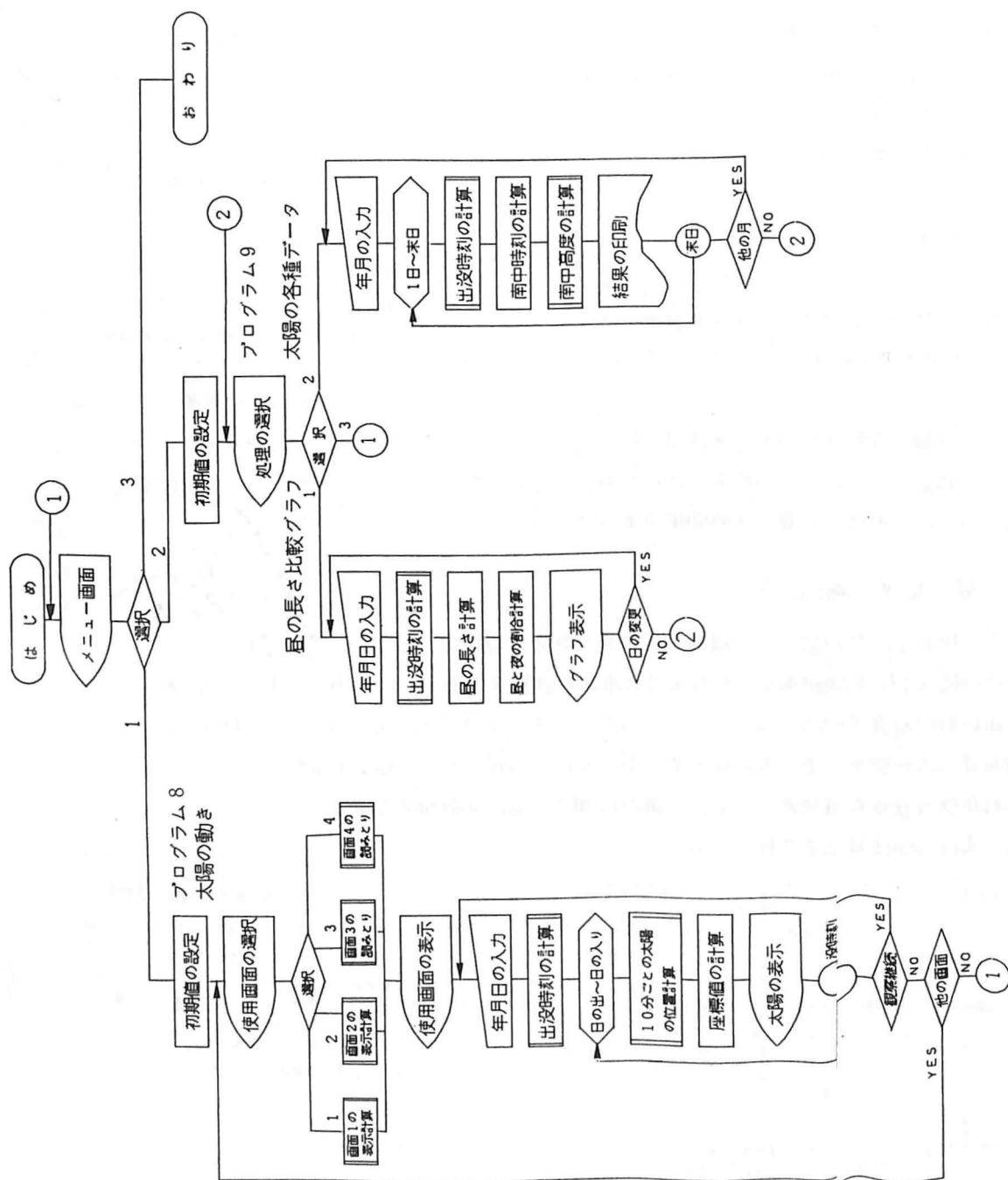
きぼうする番号をえらんでください

図27. メニュー画面

ここまで、作成した各プログラムをメニュー画面を使い、希望のものを図27のように選ぶようにすると便利である。(プログラム10)

太陽に関する全体の流れ図を、図28に示す。

図28.



プログラム7 「太陽の位置計算サブルーチン」

```

5500 *****
5510 * 太陽の位置計算サブルーチン *
5520 *****
5530 *=====-基準日よりの経過時間Tの計算=====
5540 *NISUU
5550 *-----グレゴリオ暦をユリウス日に変換
5560 IF MM=1 THEN MM=13:YY=YY-1
5570 IF MM=2 THEN MM=14:YY=YY-1
5580 JDD=INT(365.25#*YY)+INT(YY/400#)-INT(YY/100#)+INT(30.59#*(MM-2#))+DD+1721088.5#
5590 JD=JDD+JIKAN/24#+FUN/1440#-.375 :'- .375 JST--->UT
5600 *-----1975.1.0,00h:00m からの経過 年
5610 JDY=(JD-2442412.5#)/365.25#
5620 T=JDY+(.0317#*JDY+1.43#)*.000001#
5630
5640 *****真黄道傾斜角
5650 EPSI=23.44254#-.00013#*T+.00256#*COS((248.6#-19.3#*T)*KO)
5660 EPSI=EPSI+.00016#*COS((198#+720#*T)*KO)
5670 EPSI=EPSI+.00255625# : '章動定数=9.2025" =0.00255625°
5680 RETURN
5690
5700
6000 *=====-太陽の位置の略算式=====
6010 *SUNITI
6020 * 視黄経-->RAM 地心距離-->RS
6030
6040 *-----ラムダをもとめ***視黄経
6050 DRAM#=279.0358#+360.00769#*T#
6060 *-----
6070 DRAM=DRAM+(1.9159#-.00005#*T)*SIN((356.531#+359.991#*T)*KO)
6080 DRAM=DRAM+.02#*SIN((353.06#+719.981#*T)*KO)
6090 DRAM=DRAM+.0048#*SIN((68.64#+19.341#*T)*KO)
6100 DRAM=DRAM+.002#*SIN((285#+329.64#*T)*KO)
6110 DRAM=DRAM+.0018#*SIN((334.2#+4452.67#*T)*KO)
6120 DRAM=DRAM+.0018#*SIN((293.7#+.2#*T)*KO)
6130 DRAM=DRAM+.0015#*SIN((242.4#+450.37#*T)*KO)
6140 DRAM=DRAM+.0013#*SIN((211.1#+225.18#*T)*KO)
6150 DRAM=DRAM+.0008#*SIN((208#+659.29#*T)*KO)
6160 DRAM=DRAM+.0007#*SIN((53.5#+90.38#*T)*KO)
6170 *-----
6180 DRAM=DRAM+.0007#*SIN((12.1#+30.35#*T)*KO)
6190 DRAM=DRAM+.0006#*SIN((239.1#+337.18#*T)*KO)
6200 DRAM=DRAM+.0005#*SIN((10.1#+1.5#*T)*KO)
6210 DRAM=DRAM+.0005#*SIN((99.1#+22.81#*T)*KO)
6220 DRAM=DRAM+.0004#*SIN((264.8#+315.56#*T)*KO)
6230 DRAM=DRAM+.0004#*SIN((233.8#+299.3#*T)*KO)
6240 DRAM=DRAM+.0004#*SIN((18.1#+720.02#*T)*KO)
6250 DRAM=DRAM+.0003#*SIN((349.6#+1079.97#*T)*KO)
6260 DRAM=DRAM+.0003#*SIN((241.2#+44.43#*T)*KO)
6270 DRAM=DRAM-INT(DRAM/360#)*360# :RAMD=DRAM :BETAY=0
6280 *-----定数Qを求める
6290 QQ=(-.007261#+.0000002#*T#)*COS((356.53#+359.991#*T)*KO)+.00003#
6300 QQ=QQ-.000091#*COS((353.1#+719.98#*T)*KO)
6310 QQ=QQ+.000013#*COS((205.8#+4452.67#*T)*KO)
6320 QQ=QQ+.000007#*COS((62#+450.4#*T)*KO)
6330 QQ=QQ+.000007#*COS((105#+329.6#*T)*KO)
6340 *-----地心距離を求める
6350 RS=10^QQ
6360 RETURN
6370

```

6500 *=====-黄道座標-->赤道座標変換式=====

```

6510 *SEKIDOU
6520 * 平均黄道傾角 EPSI
6530
6540
6550 U=COS(BETAY*KO)*COS(RAMD*KO)
6560 V=COS(BETAY*KO)*SIN(RAMD*KO)*COS(EPSI*KO)-SIN(BETAY*KO)*SIN(EPSI*KO)
6570 W=COS(BETAY*KO)*SIN(RAMD*KO)*SIN(EPSI*KO)+SIN(BETAY*KO)*COS(EPSI*KO)
6580 RETURN
6590
6600

```

7000 *=====-アークタンジェントを求める=====

```

7010 *ARCTAN
7020 IF X=0 AND Y>0 THEN ANS=90:RETURN
7030 IF X=0 AND Y<0 THEN ANS=270:RETURN
7040 ANS=ATN((Y/X))/KO
7050 IF X<0 THEN ANS=ANS+180
7060 IF ANS<0 THEN ANS=ANS+360
7070 RETURN
7080
7090

```

7500 *=====-アークサインをもとめる=====

```

7510 *ARCSIN
7520 IF Z=1 THEN ANS=90 :RETURN
7530 ANS=ATN(Z/SQR(1#-Z*Z))/KO
7540 RETURN
7550

```

8010 *ITI

```

8020 LOTI=.7769194#+1.002737909265#*(JD-2415020#)
8030 LOTIF=2#*PAI*(LOTI-INT(LOTI))
8040 SUTAG=LOTIF*180#/PAI
8050 *-----時角をもとめる
8060 SUTAO=SUTAG+KEIDO
8070 JISA=SUTAO-ARIHA
8080 *-----測心座標(DX,DY,DZ)
8090 DX=-COS(IDO*KO)*SIN(DELTA*KO)+SIN(IDO*KO)*COS(DELTA*KO)*COS(JISA*KO)
8100 DY=COS(DELTA*KO)*SIN(JISA*KO)
8110 DZ=SIN(IDO*KO)*SIN(DELTA*KO)+COS(IDO*KO)*COS(DELTA*KO)*COS(JISA*KO)
8120 RETURN
8130
8140

```



```

8500 *****日の出日の入り時刻の計算*****
8510 *SYUTUBOTU
8520 入力 視測日 = YY = MM EI = DD REIDO
8530 緯度 IDO
8540 日の出時間 SITAI----- UI:UM
8550 日の入時間 SITAI2----- DI:DM
8560 -----初期値設定
8570 CHECK=0
8580 JIKAN=9
8590 FUN=0
8600 H0=-.8501#
8610 -----計算
8620 GOSUB *NLSUU
8630 GOSUB *SUNITI
8640 GOSUB *SEKIDOU
8650 X=U :Y=V
8660 GOSUB *ARCTAN
8670 ARIA=ANS
8680 Z=W
8690 GOSUB *ARCSIN
8700 DELTA=ANS
8710 ON CHECK GOTO 8730,8940
8720 GOSUB *ITI
8730 *****日の出*****
8740 OUT HIINODE=SITAI HIINOIRI=SITAI2
8750 -----COS II を求める
8760 COLOUR=(SIN(H0*KO)-SIN(IDO*KO)*SIN(DELTA*KO))/(COS(IDO*KO)*COS(DELTA*KO))
8770 -----II(ARCCOS II)を求める
8780 HOUR=(-ATN(COLOUR/SQR(-COLOUR*COLOUR+1))+1.5708#)/KO
8790 IF HOUR<0 THEN HOUR=HOUR+360#
8800 IF HOUR>360# THEN HOUR=HOUR-360#
8810 -----恒星時
8820 SITAI=ARIA-HOUR :日の出の恒星時
8830 -----恒星時と地方恒星時の差
8840 HIINODE=(SITAI-SUTAO)/1.002737#
8850 -----角度を時間に換換
8860 HIINODE=HIINODE/15#+9#
8870 IF HIINODE>24# THEN HIINODE=HIINODE-24#
8880 IF HIINODE<0 THEN HIINODE=HIINODE+24#
8890 IF CHECK=1 THEN 8940
8900 JIKAN=HIINODE
8910 CHECK=1
8920 GOTO 8610
8930
8940 *****日の入*****
8950 COLOUR=(SIN(H0*KO)-SIN(IDO*KO)*SIN(DELTA*KO))/(COS(IDO*KO)*COS(DELTA*KO))
8960 -----II(ARCCOS II)を求める
8970 HOUR=(-ATN(COLOUR/SQR(-COLOUR*COLOUR+1))+1.5708#)/KO
8980 IF HOUR<0 THEN HOUR=HOUR+360#
8990 IF HOUR>360# THEN HOUR=HOUR-360#
9000 -----恒星時
9010 SITAI=ARIA-HOUR :日の入りの恒星時
9020 -----恒星時と地方恒星時の差
9030 HIINOIRI=(SITAI2-SUTAO)/1.002737#
9040 -----角度を時間に換換
9050 HIINOIRI=HIINOIRI/15#+9#
9060 IF HIINOIRI>24# THEN HIINOIRI=HIINOIRI-24#
9070 IF HIINOIRI<0 THEN HIINOIRI=HIINOIRI+24#
9080 IF CHECK=2 THEN 9130
9090 JIKAN=HIINOIRI
9100 CHECK=2
9110 GOTO 8610
9120
9130 -----角度を時間に換換
9140 UI:UM
9150 IF RMAD>0 AND RMAD<180# THEN HIINODE=HIINODE-.05833#
9160 MINAMI=HOUR/(15#*1.002737#)+HIINODE+.014168#
9170 UM=60#*(HIINODE-INT(HIINODE)):UI=INT(HIINODE):UM=INT(UM)
9180 IF UM>59.95# THEN UI=UI+1# :UM=0
9190 REM IDO#
9200 日の入時刻 DI:DM
9210 IF RMAD>0 AND RMAD<180# THEN HIINOIRI=HIINOIRI-.05833#
9220 DM=60#*(HIINOIRI-INT(HIINOIRI)):DI=INT(HIINOIRI):DM=INT(DM)
9230 IF DM>59.95# THEN DI=DI+1# :DM=0
9240
9250 -----経度の展査 LI:LM
9260 NAGASA=HIINOIRI-HIINODE
9270 LM=60#*(NAGASA-INT(NAGASA)):LI=INT(NAGASA):LM=INT(LM)
9280 IF LM>59.95# THEN LI=LI+1# :LM=0
9290
9300 -----途中時刻 SII:SM
9310 SMI=60#*(MINAMI-INT(MINAMI)):SII=INT(MINAMI):SM=INT(SM)
9320 RETURN
9330
9340

```

```

9500 *****方位高度の計算*****
9510 *HOUIKOUDO
9520
9530 -----経過日数をもとめる
9540 GOSUB *NLSUU
9550
9560 -----太陽の位置(視黄緯、視黄経)をもとめる
9570 GOSUB *SUNITI
9580
9590 -----太陽の視赤緯、視赤経をもとめる
9600 GOSUB *SEKIDOU
9610
9620 -----視赤緯
9630 X=U :Y=V
9640 GOSUB *ARCTAN
9650 ARIA=ANS
9660 RR=ARIA/15#
9670 RM=60#*(RR-INT(RR)):RII=INT(RR)
9680 IF RM>59.95# THEN RII=RII+1# :RM=0
9690 IF RII=24# THEN RII=0
9700 -----視赤経
9710
9720 ZH=W#
9730 GOSUB *ARCSIN
9740 DELTA=ANS
9750
9760 -----方位と高度をもとめ
9770 GOSUB *ITI
9780
9790 -----方位
9800 X=DX :Y=DY
9810 GOSUB *ARCTAN
9820 HOUI=ANS
9830
9840 -----高度
9850 ZH=DZ#
9860 GOSUB *ARCSIN
9870 KOUDO=ANS
9880 RETURN
9890
9900

```

プログラム10 「メニュー画面」

```

1 'SAVE "MENU"
100 *****
110 *
120 * メニュー画面
130 *
140 *****
150
160 CONSOLE 0.25,0.1
170 CLS 3
180 SCREEN 3
190
200 -----画面の表示
210 LINE (0,25)-(500,260),5,B
220 LOCATE 10,0:COLOR 2:PRINT "1--かんそくしたデータをきろくする"
230 LOCATE 5,3:COLOR 6:PRINT "2--太陽のうごきを見る"
240 LOCATE 5,5:COLOR 6:PRINT "3--かんそくした太陽のうごきを見る"
250 LOCATE 5,6:COLOR 7:PRINT "4--きつによる太陽のうごきを見る"
260 LOCATE 5,8:COLOR 6:PRINT "5--きつと星のながさをくらべる"
270 LOCATE 5,9:COLOR 7:PRINT "6--きつと星のながさをくらべる"
280 LOCATE 5,11:COLOR 6:PRINT "7--きつと星のながさをくらべる"
290 LOCATE 5,12:COLOR 7:PRINT "8--おわり"
300 LOCATE 5,14:COLOR 4:PRINT "9--おわり"
310 LOCATE 3,20:COLOR 4:PRINT "きぼうするプログラムの読みとり"
320 -----選択判断とプログラムの読みとり
330 AS=INKEY$:IF AS="" THEN 330
340 IF AS="1" THEN RUN "DAIN.BAS"
350 IF AS="2" THEN RUN "SUN1.BAS"
360 IF AS="3" THEN RUN "SUN2.BAS"
370 IF AS="4" THEN RUN "OBI.BAS"
380 IF AS="5" THEN *OWARI ELSE 330
390 -----終了処理
400 *OWARI
410 CLS 3
420 LOCATE 0,5:COLOR 7:PRINT "ごくりうきまでした"
430 END

```

:データの登録
:データの画面表示と印刷処理
:太陽の動き
:経度の長さ指グラフ・各座データ
:終了

プログラム8 「太陽の動き」

```

1000 *****
1010 * 太陽の動き *
1020 * IKEDA 1987.3.20 *
1030 *****
1040 * 初期値の設定 *****
1050 * CLS 3 *****
1060 * SCREEN 3,0 *****
1070 * CONSOLE 0,25,0,1 *****
1080 * WIDTH 80,25 *****
1090 * DEFDBL A-Z *****
1100 * 新潟市の 緯度 経度 *****
1110 * IDO=37.9# *****
1120 * KEIDO=139.03# *****
1130 * 赤道半径 R *****
1140 * R=6378.14# *****
1150 * 計算上の定数値 *****
1160 * KO=.017453292519943# :ラジアン変換定数
1170 * PAI=3.1415926536# :円周率
1180 *****
1190 *****
1200 * GOTO *HAJIME *****
1210 *****
1220 *****
1500 *****
1510 * 画面サブルーチン *****
1520 *****
1530 *****
1540 *****
1550 *GAMEN1 *****
1560 *****
1570 *****
1580 *****
1590 *****
2000 *****
2010 *GAMEN2 *****
2020 *****
2030 *****
2040 *****
2050 *****
2060 *****
2070 *****
2080 *****
2090 *****
2100 *****
2110 *****
2120 *****
2130 *****
2140 *****
2150 *****
2160 *****
2170 *****
2180 *****
2190 *****
2200 *****
2210 *****
2220 *****
2230 *****
2240 *****
2250 *****
2260 *****
2270 *****
2280 *****
2290 *****
2300 *****
2310 *****
2320 *****
2330 *****
2340 *****
2350 *****
2360 *****
2370 *****
2380 *****
2390 *****
2400 *****
2410 *****
2420 *****
2430 *****
2440 *****
2450 *****
2460 *****
2470 *****
2480 *****
2490 *****
2500 *****
2510 *****
2520 *****
2530 *****
2540 *****
2550 *****
2560 *****
2570 *****
2580 *****
2590 *****
2600 *****
2610 *****
2620 *****
2630 *****
2640 *****
2650 *****
2660 *****
2670 *****
2680 *****
2690 *****
2700 *****
2710 *****
2720 *****
2730 *****
2740 *****
2750 *****
2760 *****
2770 *****
2780 *****
2790 *****
2800 *****
2810 *****
2820 *****
2830 *****
2840 *****
2850 *****
2860 *****
2870 *****
2880 *****
2890 *****
2900 *****
2910 *****
2920 *****
2930 *****
2940 *****
2950 *****
2960 *****
2970 *****
2980 *****
2990 *****
3000 *****
3010 *****
3020 *****
3030 *****
3040 *****
3050 *****
3060 *****
3070 *****
3080 *****
3090 *****
3100 *****
3110 *****
3120 *****
3130 *****
3140 *****
3150 *****
3160 *****
3170 *****
3180 *****
3190 *****
3200 *****
3210 *****
3220 *****
3230 *****
3240 *****
3250 *****
3260 *****
3270 *****
3280 *****
3290 *****
3300 *****
3310 *****
3320 *****
3330 *****
3340 *****
3350 *****
3360 *****
3370 *****
3380 *****
3390 *****
3400 *****
3410 *****
3420 *****
3430 *****
3440 *****
3450 *****
3460 *****
3470 *****
3480 *****
3490 *****
3500 *****
3510 *****
3520 *****
3530 *****
3540 *****
3550 *****
3560 *****
3570 *****
3580 *****
3590 *****
3600 *****
3610 *****
3620 *****
3630 *****
3640 *****
3650 *****
3660 *****
3670 *****
3680 *****
3690 *****
3700 *****
3710 *****
3720 *****
3730 *****
3740 *****
3750 *****
3760 *****
3770 *****
3780 *****
3790 *****
3800 *****
3810 *****
3820 *****
3830 *****
3840 *****
3850 *****
3860 *****
3870 *****
3880 *****
3890 *****
3900 *****
3910 *****
3920 *****
3930 *****
3940 *****
3950 *****
3960 *****
3970 *****
3980 *****
3990 *****
4000 *****
4010 *****
4020 *****
4030 *****
4040 *****
4050 *****
4060 *****
4070 *****
4080 *****
4090 *****
4100 *****
4110 *****
4120 *****
4130 *****
4140 *****
4150 *****
4160 *****
4170 *****
4180 *****
4190 *****
4200 *****
4210 *****
4220 *****
4230 *****
4240 *****
4250 *****
4260 *****
4270 *****
4280 *****
4290 *****
4300 *****
4310 *****
4320 *****
4330 *****
4340 *****
4350 *****
4360 *****
4370 *****
4380 *****
4390 *****
4400 *****
4410 *****
4420 *****
4430 *****
4440 *****
4450 *****
4460 *****
4470 *****
4480 *****
4490 *****
4500 *****
4510 *****
4520 *****
4530 *****
4540 *****
4550 *****
4560 *****
4570 *****
4580 *****
4590 *****
4600 *****
4610 *****
4620 *****
4630 *****
4640 *****
4650 *****
4660 *****
4670 *****
4680 *****
4690 *****
4700 *****
4710 *****
4720 *****
4730 *****
4740 *****
4750 *****
4760 *****
4770 *****
4780 *****
4790 *****
4800 *****
4810 *****
4820 *****
4830 *****
4840 *****
4850 *****
4860 *****
4870 *****
4880 *****
4890 *****
4900 *****
4910 *****
4920 *****
4930 *****
4940 *****
4950 *****
4960 *****
4970 *****
4980 *****
4990 *****
5000 *****
5010 *****
5020 *****
5030 *****
5040 *****
5050 *****
5060 *****
5070 *****
5080 *****
5090 *****
5100 *****
5110 *****
5120 *****
5130 *****
5140 *****
5150 *****
5160 *****
5170 *****
5180 *****
5190 *****
5200 *****
5210 *****
5220 *****
5230 *****
5240 *****
5250 *****
5260 *****
5270 *****
5280 *****
5290 *****
5300 *****
5310 *****
5320 *****
5330 *****
5340 *****
5350 *****
5360 *****
5370 *****
5380 *****
5390 *****
5400 *****
5410 *****
5420 *****
5430 *****
5440 *****
5450 *****
5460 *****
5470 *****
5480 *****
5490 *****
5500 *****
5510 *****
5520 *****
5530 *****
5540 *****
5550 *****
5560 *****
5570 *****
5580 *****
5590 *****
5600 *****
5610 *****
5620 *****
5630 *****
5640 *****
5650 *****
5660 *****
5670 *****
5680 *****
5690 *****
5700 *****
5710 *****
5720 *****
5730 *****
5740 *****
5750 *****
5760 *****
5770 *****
5780 *****
5790 *****
5800 *****
5810 *****
5820 *****
5830 *****
5840 *****
5850 *****
5860 *****
5870 *****
5880 *****
5890 *****
5900 *****
5910 *****
5920 *****
5930 *****
5940 *****
5950 *****
5960 *****
5970 *****
5980 *****
5990 *****
6000 *****
6010 *****
6020 *****
6030 *****
6040 *****
6050 *****
6060 *****
6070 *****
6080 *****
6090 *****
6100 *****
6110 *****
6120 *****
6130 *****
6140 *****
6150 *****
6160 *****
6170 *****
6180 *****
6190 *****
6200 *****
6210 *****
6220 *****
6230 *****
6240 *****
6250 *****
6260 *****
6270 *****
6280 *****
6290 *****
6300 *****
6310 *****
6320 *****
6330 *****
6340 *****
6350 *****
6360 *****
6370 *****
6380 *****
6390 *****
6400 *****
6410 *****
6420 *****
6430 *****
6440 *****
6450 *****
6460 *****
6470 *****
6480 *****
6490 *****
6500 *****
6510 *****
6520 *****
6530 *****
6540 *****
6550 *****
6560 *****
6570 *****
6580 *****
6590 *****
6600 *****
6610 *****
6620 *****
6630 *****
6640 *****
6650 *****
6660 *****
6670 *****
6680 *****
6690 *****
6700 *****
6710 *****
6720 *****
6730 *****
6740 *****
6750 *****
6760 *****
6770 *****
6780 *****
6790 *****
6800 *****
6810 *****
6820 *****
6830 *****
6840 *****
6850 *****
6860 *****
6870 *****
6880 *****
6890 *****
6900 *****
6910 *****
6920 *****
6930 *****
6940 *****
6950 *****
6960 *****
6970 *****
6980 *****
6990 *****
7000 *****
7010 *****
7020 *****
7030 *****
7040 *****
7050 *****
7060 *****
7070 *****
7080 *****
7090 *****
7100 *****
7110 *****
7120 *****
7130 *****
7140 *****
7150 *****
7160 *****
7170 *****
7180 *****
7190 *****
7200 *****
7210 *****
7220 *****
7230 *****
7240 *****
7250 *****
7260 *****
7270 *****
7280 *****
7290 *****
7300 *****
7310 *****
7320 *****
7330 *****
7340 *****
7350 *****
7360 *****
7370 *****
7380 *****
7390 *****
7400 *****
7410 *****
7420 *****
7430 *****
7440 *****
7450 *****
7460 *****
7470 *****
7480 *****
7490 *****
7500 *****
7510 *****
7520 *****
7530 *****
7540 *****
7550 *****
7560 *****
7570 *****
7580 *****
7590 *****
7600 *****
7610 *****
7620 *****
7630 *****
7640 *****
7650 *****
7660 *****
7670 *****
7680 *****
7690 *****
7700 *****
7710 *****
7720 *****
7730 *****
7740 *****
7750 *****
7760 *****
7770 *****
7780 *****
7790 *****
7800 *****
7810 *****
7820 *****
7830 *****
7840 *****
7850 *****
7860 *****
7870 *****
7880 *****
7890 *****
7900 *****
7910 *****
7920 *****
7930 *****
7940 *****
7950 *****
7960 *****
7970 *****
7980 *****
7990 *****
8000 *****
8010 *****
8020 *****
8030 *****
8040 *****
8050 *****
8060 *****
8070 *****
8080 *****
8090 *****
8100 *****
8110 *****
8120 *****
8130 *****
8140 *****
8150 *****
8160 *****
8170 *****
8180
```

```

0000 *****
0010 *      メインルーチン      *
0020 *****
0030 *IIAJIME
0040 -----
0050      エラー処理-----
0060      ON ERROR GOTO *ERRORMES
0070 -----
0080 ----- 画面の選択 -----
0090 LOCATE 7,2 :COLOR 2:PRINT "どのがめで太陽のうごきをみますか。"
0100 LOCATE 7,16:COLOR 4:PRINT "きぼうするばんごうの数字をえらんでください。"
0110 COLOR 7
0120 LOCATE 5,5 :PRINT "1----太陽のたかさとみえる方向"
0130 LOCATE 5,7 :PRINT "2----じかんと太陽のたかさ"
0140 LOCATE 5,9 :PRINT "3----南のそらのプラネタリウム"
0150 LOCATE 5,11:PRINT "4----きせつと太陽のうごき(りったい的)"
0160 LOCATE 5,13:PRINT "5----おわり"
0170 LOCATE 5,20:COLOR 5:PRINT "はしよ  にいがたし"
0180 LINE (32,68)-(500,232),5,B
0190 A$=INKEY$:IF A$="" THEN 10180
0200 IF A$="5" THEN RUN "MENUJ"
0210 CLS 3
0220 MEN=VAL(A$)
0230 ON MEN GOSUB *GAMEN1,*GAMEN2,*GAMEN3,*GAMEN4
0240 -----
0250 ----- 画面の文字表示 -----
0260 COLOR 7
0270 LOCATE 3,0 :PRINT "1時間ごとの太陽"
0280 CIRCLE (10,8),5,2,,,F
0290 LOCATE 3,1 :PRINT "30分ごとの太陽"
0300 CIRCLE (10,24),3,2,,,F
0310 ----- 太陽の動きを見たい日の入力 -----
0320 LOCATE 0,23:PRINT SPACE$(78)
0330 LOCATE 50,0:PRINT SPACE$(29)
0340 LOCATE 65,3:COLOR 7:PRINT "見ない年月日"
0350 LOCATE 65,4:COLOR 4:LINE INPUT "せいわき ";YY$
0360 YY=VAL(YY$)
0370 LOCATE 65,5:COLOR 4:LINE INPUT "月 ";MM$
0380 MM=VAL(MM$):IF MM<1 OR MM>12 THEN 10360
0390 LOCATE 65,6:LINE INPUT "日 ";DD$
0400 DD=VAL(DD$):IF DD<1 OR DD>31 THEN 10380
0410 LOCATE 50,0:COLOR 5:PRINT YY;"年";MM;"月";DD;"日"
0420 LOCATE 65,3:PRINT SPACE$(14)
0430 LOCATE 65,4:PRINT SPACE$(14)
0440 LOCATE 65,5:PRINT SPACE$(14)
0450 LOCATE 65,6:PRINT SPACE$(14)
0460 -----
0470 ----- 月の出日の入り時刻の計算と表示 -----
0480 (太陽の出没計算サブルーチンへ)
0490 GOSUB *SYUTUBOTU
0500 OUT 日の出:UH,分:UM 日の人: 時:DII,分:DM
0510 KAISI=INT(UH):OWARI=INT(DII)
0520 LOCATE 6,23:COLOR 6:PRINT "日の出=";UH;"時";UM;"分"
0530 LOCATE 53,23:COLOR 6:PRINT "日の入=";DII;"時";DM;"分"
0540 -----
0550 ----- 太陽の動きの表示 -----
0560 FOR I%=KAISI TO OWARI STEP 1
0570 FOR J%=0 TO 60 STEP 10
0580 FUN=I%*JIKAN=I%
0590 方位高度の計算サブルーチンへ
0600 GOSUB *HOHUKOUDO
0610 画面表示高度の範囲
0620 IF KOUDOK<-1 THEN 10730
0630 ON MEN GOSUB *KISOSIKI1,*KISOSIKI2,*KISOSIKI3,*KISOSIKI4
0640 太陽の作図
0650 IF X2=0 AND Y2=0 THEN 10730
0660 IF J%=0 THEN CIRCLE (X2,Y2),5,2,,,F ELSE 10710 :':大きな太陽
0670 IF I%=12 AND (MEN=1 OR MEN=3) THEN 10680 ELSE 10700
0680 X12%=INT(X2/8) :Y12%=INT(Y2/16)-1
0690 LOCATE X12%,Y12%:COLOR 2:PRINT I%;"時"
0700 LOCATE 70,0:COLOR 2:PRINT I%;"時"
0710 IF J%=30 THEN CIRCLE (X2,Y2),3,2,,,F
0720 PSET (X2,Y2),2
0730 NEXT J%
0740 NEXT I%
0750 -----
0760 ----- 計算した日の月日表示 -----
0770 XX%=INT(X2/8-2) :YY%=INT(Y2/16-2)
0780 IF Y2<125 THEN YY%=7:XX%=67
0790 LOCATE XX%,YY%:COLOR 1:PRINT USING "##月##日";MM;DD
0800 -----
0810 ----- 処理選択 -----
0820 LOCATE 0,22:COLOR 7:PRINT "ひつようのことをメモした何らかキーをおしてください"
0830 A$=INKEY$:IF A$="" THEN 10830
0840 LOCATE 0,22:PRINT SPACE$(75)
0850 LOCATE 0,23:PRINT SPACE$(75)
0860 LOCATE 10,23:COLOR 6:PRINT "他の日の太陽の動きをみますか はい-->Y いいえ-->N"
0870 A$=INKEY$:IF A$="" THEN 10870
0880 IF A$="Y" OR A$="y" THEN 10300
0890 IF A$="N" OR A$="n" THEN *OWARI ELSE 10870
0900 -----終了処理-----
0910 *OWARI
0920 CLS 3
0930 GOTO *IIAJIME
0940 -----
0950 ----- エラーの処理ルーチン -----
0960 *ERRORMES
0970 CLS 3
0980 LOCATE 5,7 :COLOR 2:PRINT "エラーがはっせしました。"
0990 LOCATE 5,9 :COLOR 7:PRINT "先生にげんいんをしらべてもらいますしう。"
1000 LOCATE 5,11:COLOR 4:PRINT "先生がいはいはいは、なにかキーをおして"
1010 LOCATE 5,12:COLOR 4:PRINT "はじめからやりなおしてください。"
1020 A$=INKEY$:IF A$="" THEN 11020
1030 CLS
1040 *OWARI
1050

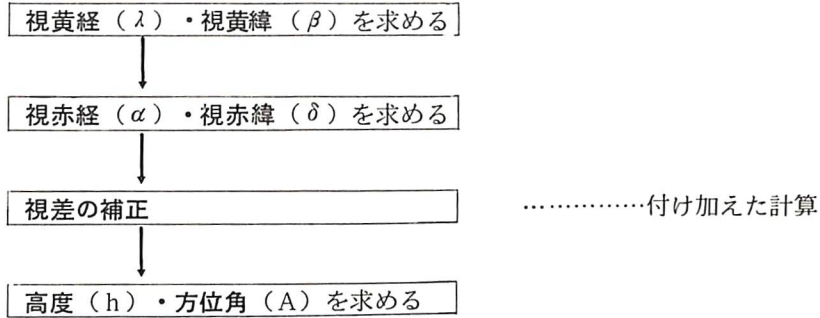
```


プロゲラム9 「昼の長さの比転」

[illegible][illegible]

VI パソコンで描く月の動き

月の動きは大変複雑で、その位置を求めることは大変難しい。精度はあまりよくないが、ある時刻における月の高度と方位角を求める手順は、太陽の高度・方位角を求める計算式を基本に、一部を変更するだけでよい。



1. 視黄経 (λ) ・ 視黄緯 (β) を求める。

太陽同様、海上保安庁水路部で開発した『月の位置の略算式』(24)式を使う。

月の視黄経を λ 、視黄緯を β 、地平視差を π とすると

$$\begin{aligned}
 A &= 0.0040 \sin(93.8 - 1.33T) + 0.0020 \sin(248.6 - 19.34T) \\
 &\quad + 0.0006 \sin(66 + 0.2T) + 0.0006 \sin(249 - 19.3T) \\
 \lambda &= 124.8754 + 4812.67881T \\
 &\quad + 6.2887 \sin(338.915 + 4771.9886T + A) + 1.2740 \sin(107.248 - 4133.3536T) \\
 &\quad + 0.6583 \sin(51.668 + 8905.3422T) + 0.2136 \sin(317.831 + 9543.9773T) \\
 &\quad + 0.1856 \sin(176.531 + 359.9905T) + 0.1143 \sin(292.463 + 9664.0404T) \\
 &\quad + 0.0588 \sin(86.16 + 638.635T) + 0.0572 \sin(103.78 - 3773.363T) \\
 &\quad + 0.0533 \sin(30.58 + 13677.331T) + 0.0459 \sin(124.86 - 8545.352T) \\
 &\quad + 0.0410 \sin(342.38 + 4411.998T) + 0.0348 \sin(25.83 + 4452.671T) \\
 &\quad + 0.0305 \sin(155.45 + 5131.979T) + 0.0153 \sin(240.79 + 758.698T) \\
 &\quad + 0.0125 \sin(271.38 + 14436.029T) + 0.0110 \sin(226.45 - 4892.052T) \\
 &\quad + 0.0107 \sin(55.58 - 13038.696T) + 0.0100 \sin(296.75 + 14315.966T) \\
 &\quad + 0.0085 \sin(34.5 - 8266.71T) + 0.0079 \sin(290.7 - 4493.34T) \\
 &\quad + 0.0068 \sin(228.2 + 9265.33T) + 0.0052 \sin(133.1 + 319.32T) \\
 &\quad + 0.0050 \sin(202.4 + 4812.66T) + 0.0048 \sin(68.6 - 19.34T) \\
 &\quad + 0.0040 \sin(34.1 + 13317.34T) + 0.0040 \sin(9.5 + 18449.32T) \\
 &\quad + 0.0040 \sin(93.8 - 1.33T) + 0.0039 \sin(103.3 + 17810.68T) \\
 &\quad + 0.0037 \sin(65.1 + 5410.62T) + 0.0027 \sin(321.3 + 9183.99T) \\
 &\quad + 0.0026 \sin(174.8 - 13797.39T) + 0.0024 \sin(82.7 + 998.63T) \\
 &\quad + 0.0024 \sin(4.7 + 9224.66T) + 0.0022 \sin(121.4 - 8185.36T) \\
 &\quad + 0.0021 \sin(134.4 + 9903.97T) + 0.0021 \sin(173.1 + 719.98T) \\
 &\quad + 0.0021 \sin(100.3 - 3413.37T) + 0.0020 \sin(248.6 - 19.34T) \\
 &\quad + 0.0018 \sin(98.1 + 4013.29T) + 0.0016 \sin(344.1 + 18569.38T) \\
 &\quad + 0.0012 \sin(52.1 - 12678.71T) + 0.0011 \sin(250.3 + 19208.02T) \\
 &\quad + 0.0009 \sin(81 - 8586.0T) + 0.0008 \sin(207 + 14037.3T) \\
 &\quad + 0.0008 \sin(31 - 7906.7T) + 0.0007 \sin(346 + 4052.0T) \\
 &\quad + 0.0007 \sin(294 - 4853.3T) + 0.0007 \sin(90 + 278.6T) \\
 &\quad + 0.0006 \sin(237 + 1118.7T) + 0.0005 \sin(82 + 22582.7T) \\
 &\quad + 0.0005 \sin(276 + 19088.0T) + 0.0005 \sin(73 - 17450.7T) \\
 &\quad + 0.0005 \sin(112 + 5091.3T) + 0.0004 \sin(116 - 398.7T) \\
 &\quad + 0.0004 \sin(25 - 120.1T) + 0.0004 \sin(181 + 9584.7T) \\
 &\quad + 0.0004 \sin(18 + 720.0T) + 0.0003 \sin(60 - 3814.0T) \\
 &\quad + 0.0003 \sin(13 - 3494.7T) + 0.0003 \sin(13 + 18089.3T) \\
 &\quad + 0.0003 \sin(152 + 5492.0T) + 0.0003 \sin(317 - 40.7T) \\
 &\quad + 0.0003 \sin(348 + 23221.3T) \\
 B &= 0.0267 \sin(68.64 - 19.341T) + 0.0043 \sin(342.0 - 19.36T) \\
 &\quad + 0.0040 \sin(93.8 - 1.33T) + 0.0020 \sin(248.6 - 19.34T)
 \end{aligned}$$

3. 視差補正と月の方位角（A）・高度（h）の計算

太陽の位置は地球の中心から、太陽の位置を見た時の位置であった。観測者のいる天体の位置は地球の中心で見る位置より必ず低く、地球の中心と地表の観測地点の間で、地球の半径分のずれが生じる。このずれは、月のように近くなると無視できなくなる。このずれを計算し、実際に地球から見える月の位置を求める必要がある。これを視差補正という。

月の視赤経を α 、視赤緯を δ 、地心距離を Δ 、観測地から見た月の見かけの赤経を α' 、 δ' 、観測地から天体までの距離を Δ' 、観測地の地心半径を ρ 、地理緯度を φ 、地心緯度を φ' と、地方恒星時を θ すると

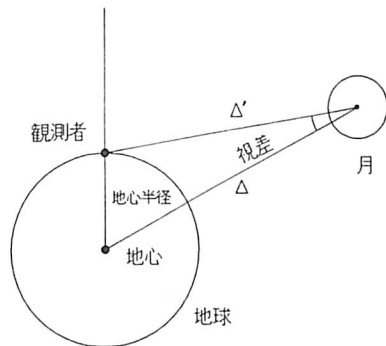


図29. 視 差

$$\left. \begin{aligned} \rho &= 0.99832707 + 0.00167644 \cos 2\varphi - 3.5 \cdot 10^{-6} \cdot \cos 4\varphi \\ \varphi' &= \arctan(0.9933055 \tan \varphi) \\ \Delta &= 1/\sin \pi \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (25) \text{ 式}$$

のとき

$$\left. \begin{aligned} X &= \Delta' \cos \delta' \cos \alpha' = \Delta \cos \delta \cos \alpha - \rho \cos \varphi' \cos \theta \\ Y &= \Delta' \cos \delta' \sin \alpha' = \Delta \cos \delta \sin \alpha - \rho \cos \varphi' \sin \theta \\ Z &= \Delta' \sin \delta' = \Delta \sin \delta - \rho \sin \varphi' \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (26) \text{ 式}$$

$$\Delta' = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \dots\dots\dots (27) \text{ 式}$$

となる。ただし、 Δ 、 Δ' 、 ρ の単位は、地球の赤道半径を1とした値である。この(26)式が、視差に関する基本式である。この式を変形し、解くと

$$\left. \begin{aligned} \alpha' &= \arctan(Y/X) \\ \delta' &= \sin^{-1}(Z/\Delta') \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (28) \text{ 式}$$

このプログラムがサブルーチン*HOSEIである。次に、視差補正した見かけの赤経(α')、赤緯(δ')から、(20)式(サブルーチン*ITI)を使い、月の方位角(A)・高度(h)を求めればよい。

4. 月の出・月の入り時刻の計算

基本的には、太陽の出没計算で求めたサブルーチン*SYUTUBOTUをそのまま使えるが、月の出没は、月の中心が地平線に一致する時刻である。よって

$$\delta = 0$$

となり、この条件を満たす、時刻を求めれば、月の出・月の入り時刻が求められる。太陽と同様、この値は月の

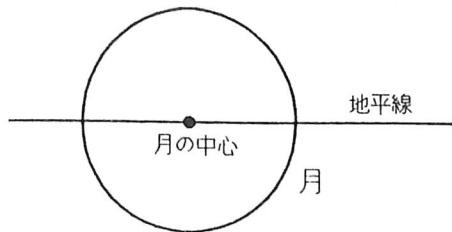


図30. 月の出没の位置

位置の変動が12時間の間一定であるとみなして計算しているの、仮りの出入り時刻を求め、その時刻における月の位置を使って、再び同じ計算させる。太陽に比べ月の視赤経、視赤緯の変動は大きく、再計算1回のみでは、1987年1年間の出力結果を理科年表と比べると最大で4分の誤差が出る。この誤差は太陽のそれに比べ大きい、本研究の目的からして問題のない値である。

1987年1月の計算結果を表7に示す。

5. 月齢と月の形の表示

(1) 月齢を求める

月の満ち欠けの周期、つまり朔月から次の朔月までを朔望月といい、地球の中心から見て、月と太陽が同じ方向に見えてから、再び同じ方向に見えるまでの周期で約29.5日である。

理科年表に掲載してある結果を見ると、太陽と月が同じ方向に見える日(朔月の月)の正午の月齢を基準として、1日経つごとに月齢を1.0ずつ増やしていき、次に太陽と月が同じ方向に見える日に再びリセットしている。このような手法では計算時間がかかり過ぎ、授業中での計算としては実用的でない、ので、次の方法で計算した。

太陽の黄経から月の視黄経を引いた角が、 0° 、 90° 、 180° 、 270° になる瞬間がそれぞれ朔、上弦、望、下弦とする。

世界時0時における、太陽の黄経を λ 、月の視黄経を λ' 、その差を $\Delta\lambda$ とすると

$$\left. \begin{aligned} \Delta\lambda &= \lambda - \lambda' \\ \text{月齢} &= 29.53 (\Delta\lambda / 360^\circ) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (29) \text{式}$$

となる。

1987年1月の計算結果を表7に示した。1987年1年間の計算結果を理科年表の値と比べると、最大で0.5日の誤差があった。

この計算では、月齢を約29.5等分するため、止むを得ない結果である。

しかしながら、この誤差は、月の形を作図するには影響を与えない。

(2) 月の形を描く

実際に見える月の形は、同じ月齢であってもその方位角・高度によって影の位置が異なる。正確な形を表現するには、表示時間ごとに月と太陽の位置を計算しながら、月の形を描けばよい。しかしながら計算、描画ともに時間がかかりすぎ、1時間ごとの月は画面の関係から大きくできず、画面が見ずらくなることなどから授業の中での使用では実用的でない。また、月齢と各方位角毎の月の形をメモリに保存しておき呼び出して使う方法もあるが、必要以上にメモリを使い、1部の機種ではメモリの増設の必要がある。

以上の理由により画面の一部に、その日の月の形を表わし、各時間における位置には便宜上黄色で丸い月を描かせる。

月齢に相当した月の形を描かせるにはCIRCLE命令を使いだ円を描けばよい。

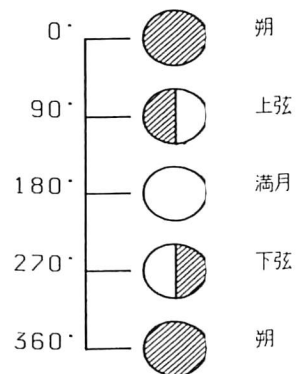


図31. 黄経の角度差と月齢

円の半径を r , $KO = \pi/180$, 月の中心座標を (X_0, Y_0) とすると $C = 2\pi$ (月齢/30), $CK = C \cdot KO$

$$x = r \cos(J \cdot KO), y = r \cos(CK) \cdot \sin(J \cdot KO)$$

$$\left. \begin{aligned} X &= x \cos(-CK) - y \sin(-CK) + X_0 \\ Y &= x \sin(-CK) + y \cos(-CK) + Y_0 \end{aligned} \right\} \dots (30) \text{式}$$

これが月の欠けぎわの形を描く円の基本式である。

J の値を月齢を判断した上で変化させて, (X, Y) を始点から終点まで変化させればよい。

月齢の計算および画面表示のプログラムはサブルーチン * GATURE I とする。その実行結果を, 図32に示す。

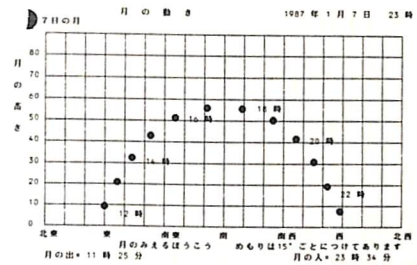


図32. 月齢の表示

6. 月に関するプログラムの流れ図

太陽同様, 作成したプログラムをメニュー画面から選択するとよい。本研究に掲載した月のプログラムの流れ図を図34に示す。

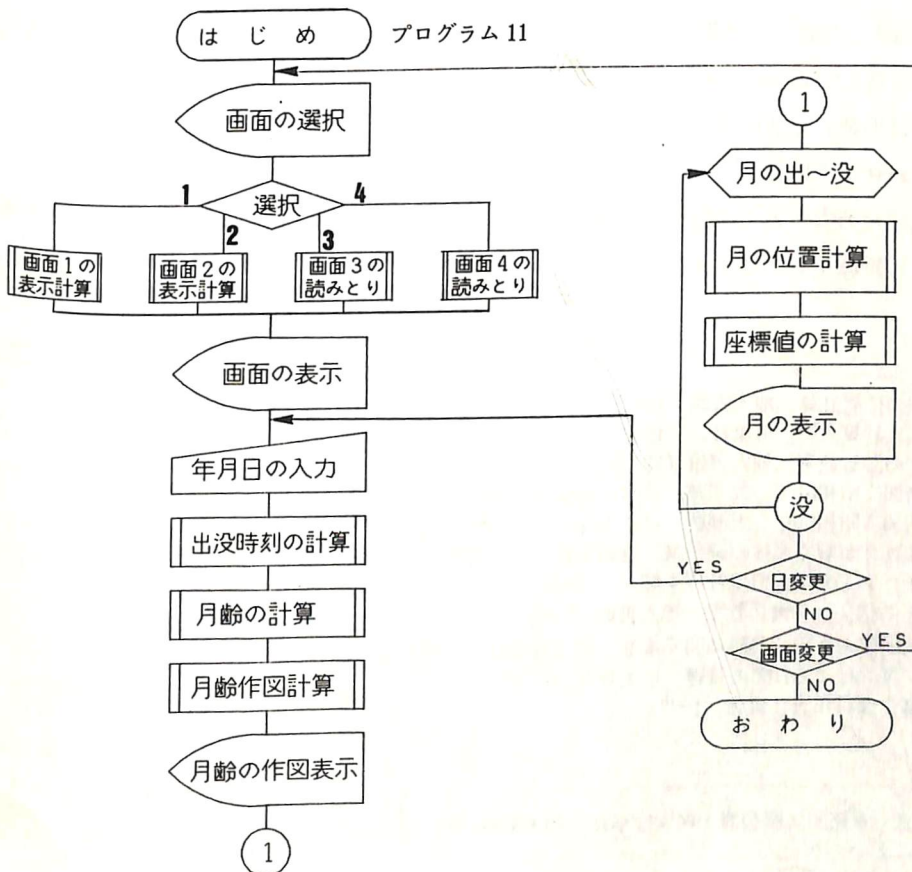


図34. 月の流れ図

Ⅶ おわりに

パソコンを教材として活用する一例とし、シミュレーションによる天文教材のプログラム作成にあたった。4つの条件を満たしたつもりであるが、まだ授業実践をしてその有効性を確認していない。このため、使いやすきの面でまだ改良の必要は多くあるものと思われる。このため、紙面の関係で説明不足の面もあるが、基本的な計算式を掲載し、またプログラムのリストにはわかり良く注釈文をつけ、自由に改良できるように配慮をした。なお、子供が使いやすいよう、またバグが出ないように配慮したつもりであるが、活用中で予期できぬことも十分ありうる。特に、天文教材では三角関数や平方根の計算を数多く使っているのに、0や負の数が入るとエラーとなるものもあるからである。この、研究の一端を授業で活用していただき、その成果の報告および問題点を指摘していただけたなら、これ以上の喜びはない。

この研究では、NECの16ビット機PC-9801シリーズのプログラムのみを掲載したが、紙面の関係で他機種への移植については省略した。基本的には、本報告の計算式を手順通りにプログラミングすればよい。なお、8ビット機の場合は実行時間が数倍以上かかることから、教材として活用するには計算を早める工夫が必要である。一例として、NECの8ビット機のPC-8801シリーズでは、計算および画面表示に数倍から時には10倍以上時間を要する場合がある。対策として、目的のデータを事前に計算し結果をファイルに保管しておき、必要に応じて取り出せば瞬時に表示できる。

なお、希望の方には掲載したプログラムをフロッピー・ディスクで提供したい。教育センター情報処理教育課までお問い合わせ下さい。

最後に、この研究のため太陽と月の位置の略算式の使用に際してお世話いただいた第八区海上保安本部水路部のみなさまに感謝申し上げます。

Ⅷ 参考文献

- 1) 長沢 工：天体の位置計算，地人書館（1982）
- 2) 長谷川一郎：天文計算入門，恒星社，（1986）
- 3) 齊田 博：天文の計算教室，地人書館，（1980）
- 4) 海上保安庁水路部：昭和61年 天測暦，日本水路協会（1985）
- 5) 海上保安庁水路部：昭和62年 天測暦，日本水路協会（1986）
- 6) 中野主一：マイコンが解く天体の謎，誠文堂新光社，（1980）
- 7) 中野主一：マイコン天文学，恒星社厚生閣，（1983）
- 8) 地人書館編集部：パソコン天文教室，地人書館（1985）
- 9) 宇佐美和弘／金田俊夫：困った時に開く本Ⅱ，技術評論社，（1986）
- 10) 福永節夫：パソコンによる作図の基礎，培風館，（1987）
- 11) 東京天文台編纂：理科年表，丸善，（1987）

プログラム11 「月の動き」

```

1000 *TUKI
1010 *****
1020 ** 月の動き **
1030 **
1040 **
1050 ** IKEDA 1987.3.20 **
1060 **
1070 *****
1080 *****
1090 *****
1100 *****
1110 *****
1120 *****
1130 *****
1140 *****
1150 *****
1160 *****
1170 *****
1180 *****
1190 *****
1200 *****
1210 *****
1220 *****
1230 *****
1240 *****
1250 *****
1260 *****
1270 *****
1280 *****
1290 *****
1300 *****
1310 *****
1320 *****
1330 *****
1340 *****
1350 *****
1360 *****
1370 *****
1380 *****
1390 *****
1400 *****
1410 *****
1420 *****
1430 *****
1440 *****
1450 *****
1460 *****
1470 *****
1480 *****
1490 *****
1500 *****
1510 *****
1520 *****
1530 *****
1540 *****
1550 *****
1560 *****
1570 *****
1580 *****
1590 *****
1600 *****
1610 *****
1620 *****
1630 *****
1640 *****
1650 *****
1660 *****
1670 *****
1680 *****
1690 *****
1700 *****
1710 *****
1720 *****
1730 *****
1740 *****
1750 *****
1760 *****
1770 *****
1780 *****
1790 *****
1800 *****
1810 *****
1820 *****
1830 *****
1840 *****
1850 *****
1860 *****
1870 *****
1880 *****
1890 *****
1900 *****
1910 *****
1920 *****
1930 *****
1940 *****
1950 *****
1960 *****
1970 *****
1980 *****
1990 *****
2000 *****
2010 *****
2020 *****
2030 *****
2040 *****
2050 *****
2060 *****
2070 *****
2080 *****
2090 *****
2100 *****
2110 *****
2120 *****
2130 *****
2140 *****
2150 *****
2160 *****
2170 *****
2180 *****
2190 *****
2200 *****
2210 *****
2220 *****
2230 *****
2240 *****
2250 *****
2260 *****
2270 *****
2280 *****
2290 *****
2300 *****
2310 *****
2320 *****
2330 *****
2340 *****
2350 *****
2360 *****
2370 *****
2380 *****
2390 *****
2400 *****
2410 *****
2420 *****
2430 *****
2440 *****
2450 *****
2460 *****
2470 *****
2480 *****
2490 *****
2500 *****

```

*****画面3表示リブルーチン*****

```

2510 *GAMEN3
2520 LOCATE 20,0:COLOR 2:PRINT "月の動き"
2530 *****
2540 *****
2550 *****
2560 *****
2570 *****
2580 *****
2590 *****
2600 *****
2610 *****
2620 *****
2630 *****
2640 *****
2650 *****
2660 *****
2670 *****
2680 *****
2690 *****
2700 *****
2710 *****
2720 *****
2730 *****
2740 *****
2750 *****
2760 *****
2770 *****
2780 *****
2790 *****
2800 *****
2810 *****
2820 *****
2830 *****
2840 *****
2850 *****
2860 *****
2870 *****
2880 *****
2890 *****
2900 *****
2910 *****
2920 *****
2930 *****
2940 *****
2950 *****
2960 *****
2970 *****
2980 *****
2990 *****
3000 *****
3010 *****
3020 *****
3030 *****
3040 *****
3050 *****
3060 *****
3070 *****
3080 *****
3090 *****
3100 *****
3110 *****
3120 *****
3130 *****
3140 *****
3150 *****
3160 *****
3170 *****
3180 *****
3190 *****
3200 *****
3210 *****
3220 *****
3230 *****
3240 *****
3250 *****
3260 *****
3270 *****
3280 *****
3290 *****
3300 *****
3310 *****
3320 *****
3330 *****
3340 *****
3350 *****
3360 *****
3370 *****
3380 *****
3390 *****
3400 *****
3410 *****
3420 *****
3430 *****
3440 *****
3450 *****
3460 *****
3470 *****
3480 *****
3490 *****
3500 *****
3510 *****
3520 *****
3530 *****
3540 *****
3550 *****
3560 *****
3570 *****
3580 *****
3590 *****
3600 *****
3610 *****
3620 *****
3630 *****

```

*****画面4表示リブルーチン*****

```

3640 *****
3650 *****
3660 *****
3670 *****
3680 *****
3690 *****
3700 *****
3710 *****
3720 *****
3730 *****
3740 *****
3750 *****
3760 *****
3770 *****
3780 *****
3790 *****
3800 *****
3810 *****
3820 *****
3830 *****
3840 *****
3850 *****
3860 *****
3870 *****
3880 *****
3890 *****
3900 *****
3910 *****
3920 *****
3930 *****
3940 *****
3950 *****
3960 *****
3970 *****
3980 *****
3990 *****
4000 *****
4010 *****
4020 *****
4030 *****
4040 *****
4050 *****
4060 *****
4070 *****
4080 *****
4090 *****
4100 *****
4110 *****
4120 *****
4130 *****
4140 *****
4150 *****
4160 *****
4170 *****
4180 *****
4190 *****
4200 *****
4210 *****
4220 *****
4230 *****
4240 *****
4250 *****
4260 *****
4270 *****
4280 *****
4290 *****
4300 *****
4310 *****
4320 *****
4330 *****
4340 *****
4350 *****
4360 *****
4370 *****
4380 *****
4390 *****
4400 *****
4410 *****
4420 *****
4430 *****
4440 *****
4450 *****
4460 *****
4470 *****
4480 *****
4490 *****
4500 *****

```

*****画面5表示リブルーチン*****

```

4510 *****
4520 *****
4530 *****
4540 *****
4550 *****
4560 *****
4570 *****
4580 *****
4590 *****
4600 *****
4610 *****
4620 *****
4630 *****
4640 *****
4650 *****
4660 *****
4670 *****
4680 *****
4690 *****
4700 *****
4710 *****
4720 *****
4730 *****
4740 *****
4750 *****
4760 *****
4770 *****
4780 *****
4790 *****
4800 *****
4810 *****
4820 *****
4830 *****
4840 *****
4850 *****
4860 *****
4870 *****
4880 *****
4890 *****
4900 *****
4910 *****
4920 *****
4930 *****
4940 *****
4950 *****
4960 *****
4970 *****
4980 *****
4990 *****
5000 *****

```


[illegible]

5170 RAND=RAID#4, 2687#*SIN(1330.915+4771.986#*T+0.1#*KO)
5180 RAND=RAID#4, 2743#*SIN(107.248#-1.33.356#*T)*KO)
5190 RAND=RAID#1, 6754#*SIN(151.668#-8905.3422#*T)*KO)
5200 RAND=RAID#4, 6563#*SIN(131.831#+3543.49773#*T)*KO)
5210 RAND=RAID#4, 2136#*SIN(137.531#+359.99054#*T)*KO)
5220 RAND=RAID#4, 1856#*SIN(176.531#+359.99054#*T)*KO)
5230 RAND=RAID#4, 1143#*SIN(292.463#+366.4044#*T)*KO)
5240 RAND=RAID#4, 0588#*SIN(168.16#+638.635#*T)*KO)
5250 RAND=RAID#4, 0572#*SIN(103.78#+373.3631#*T)*KO)
5260 RAND=RAID#4, 0543#*SIN(130.58#+367.331#*T)*KO)
5270 RAND=RAID#4, 0459#*SIN(124.86#-8545.352#*T)*KO)

5280 RAND=RAID#4, 041#*SIN(342.88#-4411.998#*T)*KO)
5290 RAND=RAID#4, 0348#*SIN(25.83#+4452.671#*T)*KO)
5300 RAND=RAID#4, 0305#*SIN(155.45#+5131.979#*T)*KO)
5310 RAND=RAID#4, 0153#*SIN(240.79#+568.698#*T)*KO)
5320 RAND=RAID#4, 0125#*SIN(271.3#+14436.029#*T)*KO)
5330 RAND=RAID#4, 011#*SIN(1226.45#-4892.052#*T)*KO)
5340 RAND=RAID#4, 0107#*SIN(355.58#-13038.696#*T)*KO)
5350 RAND=RAID#4, 01#*SIN(296.75#+14315.966#*T)*KO)
5360 RAND=RAID#4, 0085#*SIN(34.5#-8266.71#*T)*KO)
5370 RAND=RAID#4, 0079#*SIN(290.7#-4493.34#*T)*KO)

5380 RAND=RAID#4, 0068#*SIN(228.2#+9265.33#*T)*KO)
5390 RAND=RAID#4, 0052#*SIN(133.1#+319.32#*T)*KO)
5400 RAND=RAID#4, 005#*SIN(202.4#+4812.66#*T)*KO)
5410 RAND=RAID#4, 0048#*SIN(68.6#-19.34#*T)*KO)
5420 RAND=RAID#4, 004#*SIN(34.1#+13317.34#*T)*KO)
5430 RAND=RAID#4, 004#*SIN(9.5#+18445.32#*T)*KO)
5440 RAND=RAID#4, 004#*SIN(93.8#-1.33#*T)*KO)
5450 RAND=RAID#4, 0039#*SIN(103.3#+17810.68#*T)*KO)
5460 RAND=RAID#4, 0037#*SIN(65.1#+5410.62#*T)*KO)
5470 RAND=RAID#4, 0027#*SIN(321.3#+9183.99#*T)*KO)

5480 RAND=RAID#4, 0026#*SIN(174.8#-13797.39#*T)*KO)
5490 RAND=RAID#4, 0024#*SIN(182.7#+998.63#*T)*KO)
5500 RAND=RAID#4, 0023#*SIN(14.7#+9224.66#*T)*KO)
5510 RAND=RAID#4, 0022#*SIN(121.4#-8185.36#*T)*KO)
5520 RAND=RAID#4, 0021#*SIN(133.4#+9903.97#*T)*KO)
5530 RAND=RAID#4, 0021#*SIN(173.1#+719.98#*T)*KO)
5540 RAND=RAID#4, 0021#*SIN(100.3#-3413.37#*T)*KO)
5550 RAND=RAID#4, 0021#*SIN(248.6#-19.34#*T)*KO)
5560 RAND=RAID#4, 0018#*SIN(198.1#+4013.29#*T)*KO)
5570 RAND=RAID#4, 0016#*SIN(134.1#+18569.38#*T)*KO)

5580 RAND=RAID#4, 0012#*SIN(152.1#-12678.71#*T)*KO)
5590 RAND=RAID#4, 0011#*SIN(1250.3#+19208.02#*T)*KO)
5600 RAND=RAID#4, 0009#*SIN(1671#-856#*T)*KO)
5610 RAND=RAID#4, 0008#*SIN(207#+14037.3#*T)*KO)
5620 RAND=RAID#4, 0008#*SIN(131#-7906.7#*T)*KO)
5630 RAND=RAID#4, 0007#*SIN(1346#+4052#*T)*KO)
5640 RAND=RAID#4, 0007#*SIN(294#-4853.3#*T)*KO)
5650 RAND=RAID#4, 0007#*SIN(190#+278.6#*T)*KO)
5660 RAND=RAID#4, 0006#*SIN(1237#+118.7#*T)*KO)
5670 RAND=RAID#4, 0005#*SIN(162#+22562.7#*T)*KO)
5680 RAND=RAID#4, 0005#*SIN(120#+22562.7#*T)*KO)
5690 RAND=RAID#4, 0005#*SIN(120#+22562.7#*T)*KO)
5700 RAND=RAID#4, 0005#*SIN(120#+22562.7#*T)*KO)
5710 RAND=RAID#4, 0005#*SIN(120#+22562.7#*T)*KO)
5720 RAND=RAID#4, 0005#*SIN(120#+22562.7#*T)*KO)

```

5730 RAND=RAND+.0005#*SINC(276#+1.908#*T)*KO)
5740 RAND=RAND+.0005#*SINC(73#-1745#*T)*KO)
5750 RAND=RAND+.0005#*SINC(112#+509#.7#*T)*KO)
5760 RAND=RAND+.0004#*SINC(116#-398#.7#*T)*KO)
5770 RAND=RAND+.0004#*SINC(25#-120.1#*T)*KO)
5780 RAND=RAND+.0004#*SINC(181#9584.7#*T)*KO)
5790 RAND=RAND+.0004#*SINC(180#720#*T)*KO)
5800 RAND=RAND+.0003#*SINC(60#-3814#*T)*KO)
5810 RAND=RAND+.0003#*SINC(13#-3494.7#*T)*KO)
5820 RAND=RAND+.0003#*SINC(13#-1009.3#*T)*KO)
5830 -----
5840 RAND=RAND+.0003#*SINC(152#+5492#*T)*KO)
5850 RAND=RAND+.0003#*SINC(317#-40.7#*T)*KO)
5860 RAND=RAND+.0003#*SINC(348#+23221.3#*T)*KO)
5870 RAND=RAND-INT(RAND/360#)*360#
5880 -----
5890 ***現象轉ページを定める***
5900 -----
5910 BETAY=5.1282#*SINC(.236-.231#*T4832-.02023#*T+1#)*KO)
5920 BETAY=5.2806#*SINC(1215.147#+9604-.0088#*T)*KO)
5930 BETAY=BETAY+.2777#*SINC(.77-.316#*60.0312#*T)*KO)
5940 BETAY=BETAY+.1732#*SINC(4.563#-4073.322#*T)*KO)
5950 BETAY=BETAY+.0554#*SINC(1308.98#+8965.374#*T)*KO)
5960 -----
5970 BETAY=BETAY+.0463#*SINC(1343.48#+698.667#*T)*KO)
5980 BETAY=BETAY+.0326#*SINC(187.9#+13737.362#*T)*KO)
5990 BETAY=BETAY+.0172#*SINC(194.06#+14375.997#*T)*KO)
6000 BETAY=BETAY+.0093#*SINC(125.6#-8845.31#*T)*KO)
6010 BETAY=BETAY+.0088#*SINC(98.4#-4711.96#*T)*KO)
6020 -----
6030 BETAY=BETAY+.0042#*SINC(1.1#-3713.33#*T)*KO)
6040 BETAY=BETAY+.0042#*SINC(322.4#+5470.66#*T)*KO)
6050 BETAY=BETAY+.0042#*SINC(266.8#+18509.35#*T)*KO)
6060 BETAY=BETAY+.0034#*SINC(188#-4433.31#*T)*KO)
6070 BETAY=BETAY+.0025#*SINC(312.5#+8605.38#*T)*KO)
6080 BETAY=BETAY+.0022#*SINC(291.4#+13377.37#*T)*KO)
6090 BETAY=BETAY+.0021#*SINC(340#+1058.66#*T)*KO)
6100 BETAY=BETAY+.0019#*SINC(218.6#+9244.02#*T)*KO)
6110 BETAY=BETAY+.0018#*SINC(291.8#-8206.68#*T)*KO)
6120 BETAY=BETAY+.0018#*SINC(52.8#+5192.01#*T)*KO)
6130 -----
6140 BETAY=BETAY+.0017#*SINC(168.7#+14496.06#*T)*KO)
6150 BETAY=BETAY+.0016#*SINC(173.8#+420.02#*T)*KO)
6160 BETAY=BETAY+.0015#*SINC(262.1#+9284.69#*T)*KO)
6170 BETAY=BETAY+.0015#*SINC(31.7#+9664#*T)*KO)
6180 BETAY=BETAY+.0014#*SINC(260.8#-299.96#*T)*KO)
6190 BETAY=BETAY+.0013#*SINC(239.7#+4472.03#*T)*KO)
6200 BETAY=BETAY+.0013#*SINC(30.4#+379.35#*T)*KO)
6210 BETAY=BETAY+.0012#*SINC(304.9#+4812.68#*T)*KO)
6220 BETAY=BETAY+.0012#*SINC(12.4#-4851.36#*T)*KO)
6230 BETAY=BETAY+.0011#*SINC(173#+19147.99#*T)*KO)
6240 -----
6250 BETAY=BETAY+.001#*SINC(312.9#-12978.66#*T)*KO)
6260 BETAY=BETAY+.0008#*SINC(11#+17870.7#*T)*KO)
6270 BETAY=BETAY+.0008#*SINC(190#9724.1#*T)*KO)
6280 BETAY=BETAY+.0007#*SINC(22#+13098.7#*T)*KO)
6290 BETAY=BETAY+.0006#*SINC(117#+5590.7#*T)*KO)
6300 BETAY=BETAY+.0006#*SINC(147#-13617.30#*T)*KO)
6310 BETAY=BETAY+.0005#*SINC(22#-8485.3#*T)*KO)
6320 BETAY=BETAY+.0005#*SINC(150#-4193.4#*T)*KO)
6330 BETAY=BETAY+.0004#*SINC(119#-9483.9#*T)*KO)
6340 BETAY=BETAY+.0004#*SINC(1246#+23281.3#*T)*KO)
6350 -----
6360 BETAY=BETAY+.0004#*SINC(1301#10242.6#*T)*KO)
6370 BETAY=BETAY+.0004#*SINC(126#+9325.4#*T)*KO)
6380 BETAY=BETAY+.0004#*SINC(1104#+14097.4#*T)*KO)
6390 BETAY=BETAY+.0003#*SINC(340#+22642.7#*T)*KO)
6400 BETAY=BETAY+.0003#*SINC(270#+18149.4#*T)*KO)
6410 BETAY=BETAY+.0003#*SINC(358#-3353.3#*T)*KO)
6420 BETAY=BETAY+.0003#*SINC(148#-19268#*T)*KO)
6430 -----
6440 *****SIPAI をも定める *****
6450 -----
6460 SIPAI=.9507#
6470 SIPAI=SIPAI+.0518#*COS(1338.92#+4771.98#*T)*KO)
6480 SIPAI=SIPAI+.0095#*COS(2287.2#-4133.35#*T)*KO)
6490 SIPAI=SIPAI+.0078#*COS(51.7#+8953.34#*T)*KO)
6500 SIPAI=SIPAI+.0028#*COS(317.8#+9545.98#*T)*KO)
6510 SIPAI=SIPAI+.0009#*COS(31#+13677.3#*T)*KO)
6520 SIPAI=SIPAI+.0005#*COS(305#-8545.4#*T)*KO)
6530 SIPAI=SIPAI+.0004#*COS(284#-3773.4#*T)*KO)
6540 SIPAI=SIPAI+.0003#*COS(342#+4412#*T)*KO)
6550 -----
6560 KYORI=1/(SIPAI*KO)
6570 Z=SIPAI/KO
6580 GOSUB MARCSIN
6590 SISA=ANS
6600 RETURN
6610 .
6620 .

```

```

*****黄道座標-->赤道座標変換式*****
6800 *SEK(DOH)
6810 U=COS(DELTAY*KO)*COS(RAMD*KO)
6820 V=COS(DELTAY*KO)*SIN(RAMD*KO)*COS(EPSI*KO)-SIN(DELTAY*KO)*SIN(EPSI*KO)
6830 W=COS(DELTAY*KO)*SIN(RAMD*KO)*SIN(EPSI*KO)+SIN(DELTAY*KO)*COS(EPSI*KO)
6840 *COS(DELTAY*KO)*SIN(RAMD*KO)*SIN(EPSI*KO)+SIN(DELTAY*KO)*COS(EPSI*KO)
6850 RETURN
6860 .
6870 .
6880 .
6890 *****アーケタンジェントをもとめる*****
6910 *ARCTAN
6920 IF X=0 AND Y>0 THEN ANS=90:RETURN
6930 IF X<0 AND Y<0 THEN ANS=270:RETURN
6940 ANS=ATN(Y/X)/KO
6950 IF X<0 THEN ANS=ANS+180
6960 IF ANS<0 THEN ANS=ANS+360
6970 RETURN
6980 .
6990 .
7000 *****アーケサインをもとめる*****
7010 *ARCSIN
7020 IF Z=1 THEN ANS=90 :RETURN
7030 ANS=ATN(Z/SQR(-Z*Z+1))/KO
7040 RETURN
7050 .
7060 .
7070 *****観測点からみかけの位置をもとめる(測心座標系の変換)===
7210 .
7220 .
7230 *IT11
7240 -----地方恒星時をもとめる
7250 LOT1=-.7769194H+1.002737909265H*(JD-2415020H)
7260 LOT1F=2H*PA1*(LOT1-INT(LOT1))
7270 SUTAG=LOT1F*180H/PA1
7280 SUTAO=SUTAG/KEIDO
7290 -----時角をもとめる
7300 .
7310 J1SA=SUTAO-ARIA
7320 -----測心距離(CDX, DY, DZ)
7330 DX=-COS(IDO*KO)*SIN(DELTAKO)*SIN(1DO*KO)+COS(DELTAKO)*COS(1DO*KO)*COS(J1SA*KO)
7340 DY=COS(DELTAKO)*SIN(1DO*KO)*SIN(J1SA*KO)
7350 DZ=SIN(1DO*KO)*SIN(DELTAKO)+COS(1DO*KO)*COS(DELTAKO)*COS(J1SA*KO)
7360 RETURN
7370 .

```



```

7380 *****その2 修正後の位置
7390 *ITI2
7400 -----地方恒星時をもとめる
7410 LOTI=.7769194H+1.002737909265H*(JD-2415020H)
7420 LOTIF=2H*PAI*(LOTI-INT(LOTI))
7430 SUTAG=LOTIF*180H/PAI
7440 SUTAO=SUTAG+KEIDO
7450 -----時角をもとめる
7460 JISA=SUTAO-DARIA
7470 -----観心標高(DX,DY,DZ)
7480 DX=-COS(1DO*KO)*SIN(DDELTA*KO)+SIN(1DO*KO)*COS(DDELTA*KO)*COS(JISA*KO)
7490 DY=COS(DDELTA*KO)*SIN(JISA*KO)
7500 DZ=SIN(1DO*KO)*SIN(DDELTA*KO)+COS(1DO*KO)*COS(DDELTA*KO)*COS(JISA*KO)
7510 RETURN
7520
7530
7540 *****補正*****
7550
7560 *HOSEI
7570 FDU=KYORI*COS(DELTA*KO)*COS(ARIA*KO)-RIDE*COS(TISINIDO*KO)*COS(SUTAO*KO)
7580 FDU=KYORI*COS(DELTA*KO)*SIN(ARIA*KO)-RIDE*COS(TISINIDO*KO)*COS(SUTAO*KO)
7590 FDU=KYORI*SIN(DELTA*KO)-RIDE*SIN(TISINIDO*KO)
7600 UVM2=SQR(FDU*FDU+FDV*FDV+FDW*FDW) :DKYORI=UVM2
7610 DU=FDU/DKYORI :DV=FDV/DKYORI :DW=FDW/DKYORI
7620 RETURN
7630
7640 *****月の出入り時刻の計算*****
7650
7660 *SYUTUBOTU
7670 入力 観測日 = YY = MM 日 = DD
7680 緯度 IDO KEIDO
7690 出力 月の出時間 SITAI----- UI:DM
7700 月の入時間 SITAI2----- DI:DM
7710 初期時刻決定
7720 CHECK=0 :UMI=1
7730 JIKAN=9 :世界時0時
7740 FUN=0
7750
7760 IF CHECK=1 OR CHECK=2 THEN DD=NITI
7770 *****時刻引数Tの計算*****
7780 GOSUB *NISUU
7790
7800 *****月の位置計算*****
7810 GOSUB *TUKIITI
7820
7830 *****赤緯・赤経の計算*****
7840 GOSUB *SEKIDOU
7850
7860 X=U :Y=V
7870 GOSUB *ARCTAN
7880 ARIA=ANS
7890 Z=W
7900 GOSUB *ARCSIN
7910 DELTA=ANS
7920 ON CHECK GOTO 8020,8240
7930
7940 *****みかけの位置の計算*****
7950 GOSUB *ITI2
7960
7970 *****月の位置計算*****
7980
7990 *****月の位置計算*****
8000
8010 *****月の位置計算*****
8020 ON IINOIRI=SITAI IINOIRI=SITAI2
8030 COS II を求める
8040 COLOUR=(SINUIDO*KO)-SIN(1DO*KO)*SIN(DELTA*KO)/(COS(1DO*KO)*COS(DELTA*KO))
8050 IICARCCOS II を求める
8060 HOUR=(-ATN(COLOUR/SQR(-COLOUR*COLOUR+1))+1.5708H)/KO
8070 IF HOUR<0 THEN HOUR=HOUR+360
8080 IF HOUR>360 THEN HOUR=HOUR-360
8090
8100 -----恒星時
8110 SITAI=ARIA-HOUR :月の出の恒星時
8120 -----恒星時と地方恒星時の差
8130 IINODE=(SITAI-SUTAO)/1.002737H
8140 -----角度を時間に変換
8150 IINODE=IINODE/15H+9
8160 IF IINODE>24 THEN IINODE=IINODE-24:NITI=DD+1
8170 IF IINODE<0 THEN IINODE=IINODE+24:NITI=DD-1
8180 NITI=DD
8190 IF CHECK=1 THEN 8240
8200 JIKAN=IINODE
8210 CHECK=1
8220 GOTO 7810
8230
8240 *****月の入りの計算*****
8250 COLOUR=(SINUIDO*KO)-SIN(1DO*KO)*SIN(DELTA*KO)/(COS(1DO*KO)*COS(DELTA*KO))
8260 IICARCCOS II を求める
8270 HOUR=(-ATN(COLOUR/SQR(-COLOUR*COLOUR+1))+1.5708H)/KO
8280 IF HOUR<0 THEN HOUR=HOUR+360
8290 IF HOUR>360 THEN HOUR=HOUR-360
8300 -----恒星時
8310 SITAI=ARIA+HOUR :月の入りの恒星時
8320 -----恒星時と地方恒星時の差
8330 IINOIRI=(SITAI2-SUTAO)/1.002737H
8340 -----角度を時間に変換
8350 IINOIRI=IINOIRI/15H+9
8360 IF IINOIRI>24 THEN IINOIRI=IINOIRI-24:NITI=DD+1
8370 IF IINOIRI<0 THEN IINOIRI=IINOIRI+24:NITI=DD-1
8380 NITI=DD
8390 IF CHECK=2 THEN 8440
8400 JIKAN=IINOIRI
8410 CHECK=2
8420 GOTO 7810
8430
8440 -----角度を時間に変換
8450 IINOIRI=IINOIRI/15H+9
8460 IF IINOIRI>24 THEN IINOIRI=IINOIRI-24:NITI=DD+1
8470 IF IINOIRI<0 THEN IINOIRI=IINOIRI+24:NITI=DD-1
8480 NITI=DD
8490 IF CHECK=2 THEN 8440
8500 JIKAN=IINOIRI
8510 CHECK=2
8520 GOTO 7810
8530
8540 -----月の出ない日の判定
8550
8560 SM=60H*(MINAMI-INT(MINAMI)):SI=INT(MINAMI):SM=INT(SM)
8570
8580 -----月の出ない日の判定
8590
8600 NAGASA=TUKINOIRI-IINOIRI
8610 IF IINOIRI>22.8H AND (NAGASA>0 AND NAGASA<17H) THEN IINOIRI=3
8620 IF TUKINOIRI>23H AND IINOIRI<49H THEN IINOIRI=3
8630
8640 NAGASA=TUKINOIRI-IINOIRI
8650 IF IINOIRI>22.8H AND (NAGASA>0 AND NAGASA<17H) THEN IINOIRI=2
8660 IF TUKINOIRI>23H AND IINOIRI<49H THEN IINOIRI=2
8670 RETURN
8680
8690

```



```

11260 .-----観測日の表示-----
11270 X3%=X2/8-2 :Y3%=Y2/16-2
11280 MM1$=STR$(MM1) :DD1$=STR$(DD1) :MM1$=MM1$+"," :DD1$=
11290 LOCATE X3%,Y3% :COLOR 7 :PRINT MM1$
11300 .-----次の処理開始-----
11310 LOCATE 0,22:COLOR 3:PRINT " ひつようなことをメモしたら、なにかキーをおしてく
11320 ださい:PRINT SPACE$(25)
11330 B$=INKEY$:IF B$="" THEN 11330
11340 LOCATE 0,22:PRINT SPACE$(75)
11350 LOCATE 40,1:PRINT SPACE$(40)
11360 LOCATE 0,23:PRINT SPACE$(75)
11370 IF MEN=3 THEN LOCATE 0,6 :PRINT SPACE$(20)
11380 LOCATE 3,23:COLOR 3:PRINT "観測日の月の動きをみますか
11390 いえ-->N :A$=INKEY$:IF A$="" THEN 11380
11400 IF A$="Y" THEN 11400 ELSE 11430
11410 LOCATE 3,1:PRINT SPACE$(16)
11420 IRO=IRO+1 :IF IRO=4 THEN IRO=1
11430 CIRCLE (20,20),15,0,,,F,0 :GOTO 10310
11440 IF A$="N" THEN *HIAJIME ELSE 11380
11450 .
11460 .-----終わり処理-----
11470 *OWARI
11480 CLS 3
11490 LOCATE 5,10:COLOR 7:PRINT "ごくうさまでした"
11500 END
11510 .
11520 .
11530 .*****
11540 *リブルーチンとデータ*
11550 .*****
11560 .-----観測日の変更判定-----
11570 *HIANTEI
11580 .
11590 IF MM1=2 THEN 11600 ELSE 11620
11600 URU1$=(YYY/4-INT(YYY/4))*4
11610 IF URU1=0 THEN MATU1=1 ELSE MATU1=2
11620 IF MM1=4 OR MM1=6 OR MM1=9 OR MM1=11 THEN MATU1=3 ELSE MATU1=4
11630 .
11640 .
11650 IF 11/24 THEN 11650 ELSE 11720
11660 IF KAI=1 THEN 11/2-24 :GOTO 11720
11670 IF KAI=0 THEN KAI=1/2-24 :MM1=1:DD1=1
11680 IF MM1=12 AND DD1>29 THEN MM1=MM1+1:DD1=1
11690 IF MATU1=1 AND DD1>29 THEN MM1=MM1+1:DD1=1
11700 IF MATU1=2 AND DD1>28 THEN MM1=MM1+1:DD1=1
11710 IF MATU1=3 AND DD1>30 THEN MM1=MM1+1:DD1=1
11720 IF MATU1=4 AND DD1>31 THEN MM1=MM1+1:DD1=1
11730 LOCATE 50,0:PRINT SPACE$(29)
11740 LOCATE 50,0:COLOR 5:PRINT YYY;"年":MM1;"月":DD1;"日"
11750 RETURN
11760 .
11770 .-----エラー処理-----
11780 *MORROWNES
11790 CLS 3
11800 IF ERR=62 THEN LOCATE 5,7:COLOR 7:"がめんをよびだすフロッピーがありません。"
11810 LOCATE 5,9:COLOR 2 :PRINT "エラーがはっせいしました。"
11820 LOCATE 5,11:COLOR 4:PRINT "先生をよんでください。"
11830 LOCATE 5,13:COLOR 7:PRINT "先生がいないはいはい、なにかキーをおしたあと、"
11840 LOCATE 5,14:COLOR 7:PRINT "f・bをおしてください。"
11850 A$=INKEY$ :IF A$="" THEN 11850
11860 END
11870 .
11880 .
11890 .-----各月の日の出・日の入り時刻の平均データ(15日)
11900 *HIRIDATA
11910 . 日の出 日の入り
11920 DATA 6.97,16.78 :01月
11930 DATA 6.57,17.35 :02月
11940 DATA 5.93,17.83 :03月
11950 DATA 5.17,18.32 :04月
11960 DATA 4.72,18.77 :05月
11970 DATA 4.21,19.13 :06月
11980 DATA 4.55,19.10 :07月
11990 DATA 4.97,18.63 :08月
12000 DATA 5.47,17.88 :09月
12010 DATA 5.85,17.12 :10月
12020 DATA 6.38,16.55 :11月
12030 DATA 6.85,16.42 :12月
12040 .

```

プログラム11
「月の正面3」表示実行プログラム

```

100 *****
110 画面 3
120 *****
130 ----- 初期値の指定 -----
140 CLS 3
150 CONSOLE 0.25,1.1
160 SCREEN 3,0
170
180 ----- 半円の半径 -----
190 LINE (0,300)-(639,399),4,BF
200 CIRCLE (320,300),270,5,0,3.14
210 LINE (50,300)-(590,300),5
220
230 ----- 方位角の目盛り格 -----
240 FOR LI=0 TO 350 STEP 10
250 A=LI
260 IF A>=90 AND A<270 THEN 310
270 FOR I=1 TO 90 STEP 2
280 GOSUB *ZAHYOU
290 PSET (XX,YY),1
300 NEXT I
310 NEXT LI
320
330 ----- 高度の目盛り格 -----
340 FOR I=10 TO 90 STEP 10
350 FOR A=1 TO 350 STEP 2
360 IF A>=90 AND A<270 THEN 390
370 GOSUB *ZAHYOU
380 PSET (XX,YY),1
390 NEXT A
400 NEXT I
410
420 ----- 文字の表示 -----
430 PUT@ (313,305),KANJI(81466E),PSET,3,4
440 PUT@ (413,305),KANJI(81456C),PSET,3,4
450 PUT@ (583,305),KANJI(81403E),PSET,3,4
460
470 ----- 画面の整理 -----
480 DEF SEG=818800 :USAVE "G3TUKI.BLU",0,81871FF
490 DEF SEG=818000 :USAVE "G3TUKI.RED",0,81871FF
500 DEF SEG=81D800 :USAVE "G3TUKI.GRN",0,81871FF
510 END
520
530 ===== 複標計算のサブルーチン =====
540 *ZAHYOU
550 KQH=,0174532925H
560 CQ=COS((PI*KQH)*COS(A*KQH))
570 CQ=SQR(1-CQ*CQ)
580 QQ=ATN(CQ/CQ)
590 SV=SIN(A*KQH)*COS((PI*KQH)/SIN(QQ))
600 SV=SQR(1-SV*SV)
610 WV=ATN(SV/SV)
620 RO=CQ*270/1.57
630 LX=RO*SIN(WV)
640 LY=RO*COS(WV)
650 XY=LX+320
660 XY=300-LY
670 RETURN
680

```

```

10000 *****
10010 *   メインプログラム   *
10020 *****
10030 *IAJIME
10040 *CLS 3
10050 *-----
10060 *   エラー処理   *
10070 *   ON ERROR GOTO *ERRORMIES
10080 *-----
10090 *-----
10100 *   画面の選択   *
10110 *   LINE (32,68)-(500,232),5,BF
10120 *   LINE (148,310)-(310,350),7,BF
10130 *-----
10140 *-----
10150 *   LOCATE 7,2:COLOR 6 :PRINT "どのがめで月のうごきをみますか。"
10160 *   LOCATE 7,16:COLOR 4 :PRINT "きぼうするはんごうを数字でえらんでください"
10170 *   COLOR 2
10180 *   LOCATE 5,5 :PRINT "1 月のみえるほうこうと月のなかさ"
10190 *   LOCATE 5,7 :PRINT "2 じくと月のなかさ"
10200 *   LOCATE 5,9 :PRINT "3 月ののろの月"
10210 *   LOCATE 5,11:PRINT "4 月のうごきをりたいてきにみる"
10220 *   LOCATE 5,13:PRINT "5 おわり"
10230 *   LOCATE 20,20:COLOR 1:PRINT "はしよ にいがし"
10240 *-----
10250 *   LINE (28,64)-(504,236),5,B
10260 *-----
10270 *   A$=INKEY$ :IF A$="" THEN 10240
10280 *   CLS 3
10290 *   IF A$="5" THEN *OWARI
10300 *   MEN=VAL(A$)
10310 *   ON MEN GOSUB *GAMEN1,*GAMEN2,*GAMEN3,*GAMEN4
10320 *   IRO=2 :10分ごとの月の位置・文字の色 (印刷値)
10330 *-----
10340 *-----
10350 *   調べたい日の入力)-----
10360 *   文字を消す
10370 *   COLOR 7
10380 *   LOCATE 0,23:PRINT SPACE$(78)
10390 *   LOCATE 50,0:PRINT SPACE$(15)
10400 *   LOCATE 65,4:PRINT SPACE$(15)
10410 *   LOCATE 65,5:PRINT SPACE$(15)
10420 *   LOCATE 65,6:PRINT SPACE$(15)
10430 *   LOCATE 65,7:PRINT SPACE$(15)
10440 *   LOCATE 65,8:PRINT SPACE$(15)
10450 *   LOCATE 65,9:PRINT SPACE$(15)
10460 *   LOCATE 65,10:PRINT SPACE$(15)
10470 *   LOCATE 65,11:PRINT SPACE$(15)
10480 *   LOCATE 65,12:PRINT SPACE$(15)
10490 *   LOCATE 65,13:PRINT SPACE$(15)
10500 *   LOCATE 65,14:PRINT SPACE$(15)
10510 *   LOCATE 65,15:PRINT SPACE$(15)
10520 *   LOCATE 65,16:PRINT SPACE$(15)
10530 *   LOCATE 65,17:PRINT SPACE$(15)
10540 *   LOCATE 65,18:PRINT SPACE$(15)
10550 *   LOCATE 65,19:PRINT SPACE$(15)
10560 *   LOCATE 65,20:PRINT SPACE$(15)
10570 *   LOCATE 65,21:PRINT SPACE$(15)
10580 *   LOCATE 65,22:PRINT SPACE$(15)
10590 *   LOCATE 65,23:PRINT SPACE$(15)
10600 *   LOCATE 65,24:PRINT SPACE$(15)
10610 *   LOCATE 65,25:PRINT SPACE$(15)
10620 *   LOCATE 65,26:PRINT SPACE$(15)
10630 *   LOCATE 65,27:PRINT SPACE$(15)
10640 *   LOCATE 65,28:PRINT SPACE$(15)
10650 *   LOCATE 65,29:PRINT SPACE$(15)
10660 *   LOCATE 65,30:PRINT SPACE$(15)
10670 *   LOCATE 65,31:PRINT SPACE$(15)
10680 *   LOCATE 65,32:PRINT SPACE$(15)
10690 *   LOCATE 65,33:PRINT SPACE$(15)
10700 *   LOCATE 65,34:PRINT SPACE$(15)
10710 *   LOCATE 65,35:PRINT SPACE$(15)
10720 *   LOCATE 65,36:PRINT SPACE$(15)
10730 *   LOCATE 65,37:PRINT SPACE$(15)
10740 *   LOCATE 65,38:PRINT SPACE$(15)
10750 *   LOCATE 65,39:PRINT SPACE$(15)
10760 *   LOCATE 65,40:PRINT SPACE$(15)
10770 *   LOCATE 65,41:PRINT SPACE$(15)
10780 *   LOCATE 65,42:PRINT SPACE$(15)
10790 *   LOCATE 65,43:PRINT SPACE$(15)
10800 *   LOCATE 65,44:PRINT SPACE$(15)
10810 *   LOCATE 65,45:PRINT SPACE$(15)
10820 *   LOCATE 65,46:PRINT SPACE$(15)
10830 *   LOCATE 65,47:PRINT SPACE$(15)
10840 *   LOCATE 65,48:PRINT SPACE$(15)
10850 *   LOCATE 65,49:PRINT SPACE$(15)
10860 *   LOCATE 65,50:PRINT SPACE$(15)
10870 *   LOCATE 65,51:PRINT SPACE$(15)
10880 *   LOCATE 65,52:PRINT SPACE$(15)
10890 *   LOCATE 65,53:PRINT SPACE$(15)
10900 *   LOCATE 65,54:PRINT SPACE$(15)
10910 *   LOCATE 65,55:PRINT SPACE$(15)
10920 *   LOCATE 65,56:PRINT SPACE$(15)
10930 *   LOCATE 65,57:PRINT SPACE$(15)
10940 *   LOCATE 65,58:PRINT SPACE$(15)
10950 *   LOCATE 65,59:PRINT SPACE$(15)
10960 *   LOCATE 65,60:PRINT SPACE$(15)
10970 *   LOCATE 65,61:PRINT SPACE$(15)
10980 *   LOCATE 65,62:PRINT SPACE$(15)
10990 *   LOCATE 65,63:PRINT SPACE$(15)
11000 *   LOCATE 65,64:PRINT SPACE$(15)
11010 *   LOCATE 65,65:PRINT SPACE$(15)
11020 *   LOCATE 65,66:PRINT SPACE$(15)
11030 *   LOCATE 65,67:PRINT SPACE$(15)
11040 *   LOCATE 65,68:PRINT SPACE$(15)
11050 *   LOCATE 65,69:PRINT SPACE$(15)
11060 *   LOCATE 65,70:PRINT SPACE$(15)
11070 *   LOCATE 65,71:PRINT SPACE$(15)
11080 *   LOCATE 65,72:PRINT SPACE$(15)
11090 *   LOCATE 65,73:PRINT SPACE$(15)
11100 *   LOCATE 65,74:PRINT SPACE$(15)
11110 *   LOCATE 65,75:PRINT SPACE$(15)
11120 *   LOCATE 65,76:PRINT SPACE$(15)
11130 *   LOCATE 65,77:PRINT SPACE$(15)
11140 *   LOCATE 65,78:PRINT SPACE$(15)
11150 *   LOCATE 65,79:PRINT SPACE$(15)
11160 *   LOCATE 65,80:PRINT SPACE$(15)
11170 *   LOCATE 65,81:PRINT SPACE$(15)
11180 *   LOCATE 65,82:PRINT SPACE$(15)
11190 *   LOCATE 65,83:PRINT SPACE$(15)
11200 *   LOCATE 65,84:PRINT SPACE$(15)
11210 *   LOCATE 65,85:PRINT SPACE$(15)
11220 *   LOCATE 65,86:PRINT SPACE$(15)
11230 *   LOCATE 65,87:PRINT SPACE$(15)
11240 *   LOCATE 65,88:PRINT SPACE$(15)
11250 *   LOCATE 65,89:PRINT SPACE$(15)
11260 *   LOCATE 65,90:PRINT SPACE$(15)
11270 *   LOCATE 65,91:PRINT SPACE$(15)
11280 *   LOCATE 65,92:PRINT SPACE$(15)
11290 *   LOCATE 65,93:PRINT SPACE$(15)
11300 *   LOCATE 65,94:PRINT SPACE$(15)
11310 *   LOCATE 65,95:PRINT SPACE$(15)
11320 *   LOCATE 65,96:PRINT SPACE$(15)
11330 *   LOCATE 65,97:PRINT SPACE$(15)
11340 *   LOCATE 65,98:PRINT SPACE$(15)
11350 *   LOCATE 65,99:PRINT SPACE$(15)
11360 *   LOCATE 65,100:PRINT SPACE$(15)
11370 *   LOCATE 65,101:PRINT SPACE$(15)
11380 *   LOCATE 65,102:PRINT SPACE$(15)
11390 *   LOCATE 65,103:PRINT SPACE$(15)
11400 *   LOCATE 65,104:PRINT SPACE$(15)
11410 *   LOCATE 65,105:PRINT SPACE$(15)
11420 *   LOCATE 65,106:PRINT SPACE$(15)
11430 *   LOCATE 65,107:PRINT SPACE$(15)
11440 *   LOCATE 65,108:PRINT SPACE$(15)
11450 *   LOCATE 65,109:PRINT SPACE$(15)
11460 *   LOCATE 65,110:PRINT SPACE$(15)
11470 *   LOCATE 65,111:PRINT SPACE$(15)
11480 *   LOCATE 65,112:PRINT SPACE$(15)
11490 *   LOCATE 65,113:PRINT SPACE$(15)
11500 *   LOCATE 65,114:PRINT SPACE$(15)
11510 *   LOCATE 65,115:PRINT SPACE$(15)
11520 *   LOCATE 65,116:PRINT SPACE$(15)
11530 *   LOCATE 65,117:PRINT SPACE$(15)
11540 *   LOCATE 65,118:PRINT SPACE$(15)
11550 *   LOCATE 65,119:PRINT SPACE$(15)
11560 *   LOCATE 65,120:PRINT SPACE$(15)
11570 *   LOCATE 65,121:PRINT SPACE$(15)
11580 *   LOCATE 65,122:PRINT SPACE$(15)
11590 *   LOCATE 65,123:PRINT SPACE$(15)
11600 *   LOCATE 65,124:PRINT SPACE$(15)
11610 *   LOCATE 65,125:PRINT SPACE$(15)
11620 *   LOCATE 65,126:PRINT SPACE$(15)
11630 *   LOCATE 65,127:PRINT SPACE$(15)
11640 *   LOCATE 65,128:PRINT SPACE$(15)
11650 *   LOCATE 65,129:PRINT SPACE$(15)
11660 *   LOCATE 65,130:PRINT SPACE$(15)
11670 *   LOCATE 65,131:PRINT SPACE$(15)
11680 *   LOCATE 65,132:PRINT SPACE$(15)
11690 *   LOCATE 65,133:PRINT SPACE$(15)
11700 *   LOCATE 65,134:PRINT SPACE$(15)
11710 *   LOCATE 65,135:PRINT SPACE$(15)
11720 *   LOCATE 65,136:PRINT SPACE$(15)
11730 *   LOCATE 65,137:PRINT SPACE$(15)
11740 *   LOCATE 65,138:PRINT SPACE$(15)
11750 *   LOCATE 65,139:PRINT SPACE$(15)
11760 *   LOCATE 65,140:PRINT SPACE$(15)
11770 *   LOCATE 65,141:PRINT SPACE$(15)
11780 *   LOCATE 65,142:PRINT SPACE$(15)
11790 *   LOCATE 65,143:PRINT SPACE$(15)
11800 *   LOCATE 65,144:PRINT SPACE$(15)
11810 *   LOCATE 65,145:PRINT SPACE$(15)
11820 *   LOCATE 65,146:PRINT SPACE$(15)
11830 *   LOCATE 65,147:PRINT SPACE$(15)
11840 *   LOCATE 65,148:PRINT SPACE$(15)
11850 *   LOCATE 65,149:PRINT
```